Vol. XXI. Nr 1—2 1951

Acta Societatis Botanicorum Poloniae

Organ Polskiego Towarzystwa Botanicznego
Publication de la Société Botanique de Pologne

WYDANO Z ZASIŁKU MINISTERSTWA NAUKI i SZKÓŁ WYŻSZYCH
WARSZAWA

TREŚĆ—SOMMAIRE:

Vol. XXI. Nr 1-2.

Acta Societatis Botanicorum Poloniae
Vol. XXI. Nr 1 — 2. 1951

O czerwonym zakwicie na śniegu w Tatrach
(Chlamydomonas nivalis Wille).
The red snow in Tatra
(Chlamydomas nivalis Wille)

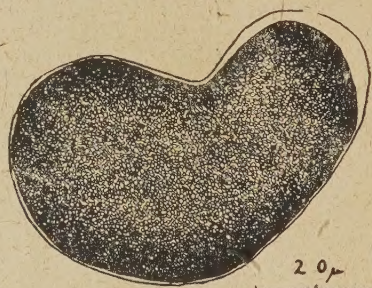
JADWIGA SIEMIŃSKA.

wpłynęło 15. XII. 50.

W dniu 19 września 1950 r. zauważono na płacie starego śniegu u wylotu prawego żlebu u stóp północnej ściany Mięguszowieckiego Szczytu nad Morskiem Okiem w Tatrach (wysokość ok. 1.500 m. n. p. m.) czerwony zakwit glonu *Chlamydomonas nivalis* Wille. Płat śniegu, a raczej firnu, był w tym roku stosunkowo mały, miejscami silnie potrzaskany. Zakwit obserwowano w kilku miejscach płatu i na luźnych blokach, przy czym największe skupienia glonów występowały na kantach zagłębień powstałych przez wytapianie się śniegu, nadając im malinowo-czerwone zabarwienie. W innych miejscach zakwit występował dość równomiernie, barwiąc śnieg na kolor różowy. Glony znajdowano nie tylko na powierzchni śniegu, ale i na kilka centymetrów w głąb, gdzie powodowały niekiedy silniejsze zabarwienie niż na powierzchni. Bez użycia lupy widać było, że komórki glonu skupiały się dookoła poszczególnych ziarn firnu.

W zebranym materiale obserwowano jedynie stadia nieruchome. (Tablica 1. fot. a—g). Pojedyncze komórki elipsowate lub szeroko jajowate z przylegającą błoną, lub kuliste, a wtedy błona komórkowa przylegająca lub rozdęta. Obserwowano liczne podziały komórek. Komórki potomne elipsowate lub kuliste, otoczone mniej lub więcej wyraźną błoną, przez dłuższy czas po podziale objęte są błoną komórki macierzystej. Powstają jakby kolonie 2—4, rzadko 8-komórkowe, otoczone starą błoną, albo luźną, albo napiętą przez rosnące komórki. Wymiary komórek: szerokość 16—23μ, długość 23—27μ względnie średnica 29—38μ. Stadia kilkukomórkowe do-

chodzą do średnicy 52μ. Największe komórki nieco przekraczają wymiary podane u A. Pascher'a (1927). Komórek opatrzonych witkami i zygot nie znaleziono. Raz zaobserwowano komórkę rozwijającą się nienormalnie (rys. 1). Po kilku dniach przetrzymywania w pracowni większość komórek przyjęła kształt kulisty, ilość komórek dzielących się znacznie się zwiększyła.



Rys. 1. Komórka nienormalna. Abnormal cell.

Gatunek ten charakterystyczny dla górskiej strefy niwalnej i regionu polarnego znaleziony był w Tatrach po raz pierwszy przez J. Rostafińskiego (1881, 1927, 1928) na północnym stoku Cubryny; został wtedy oznaczony jako *Haematococcus lacustris* (Girod) Rostafiński. Następnie podała go E. Kol (1928) z Doliny Złomisk (Trümmertal) z wysokości 2.180 m n.p.m., gdzie na jednym z płatów wywołał zjawisko „czerwonego śniegu" identyczne z wyżej opisanym. Występowały tam stadia nieruchome i zygoty. Na innych płatach śnieżnych w tej dolinie ta sama badaczka znalazła go w małych ilościach nie powodujących zmiany zabarwienia śniegu. Na brudnym śniegu w Dzikiej Dolinie (Gross Papyrustal) znalazła kilka zygot. Według ustnej relacji Dr. J. Czosnowski znalazł ten sam gatunek kilka lat temu w zimie w Zakopanem. Topniejący śnieg utworzył na kamieniach w potoku Folusz na Bystrem kałuże w których masowo rozwinęły się, również tylko nieruchome, stadia tego glonu. Ponadto w popularnym piśmiennictwie krajoznawczo turystycznym napotyka się nieliczne wzmianki o czerwonych plamach na śniegu w Tatrach, nie wiadomo jednak jakiemu gatunkowi należy przypisać to zabarwienie.

Według E. Kol (1934) *Chlamydomonas nivalis* należy do gatunków charakterystycznych dla płatów śnieżnych leżących na podłożu granitowym, czyli dla śniegów silikotroficznych. Koncentracja jonów wodorowych na powierzchni płatów tego typu waha

się między 5,4—5,8. Bardziej zasadowy odczyn 6—6,5 śniegów kalcitroficznych leżących wśród skał wapiennych sprzyja rozwojowi innych gatunków glonów. Wystąpienie zakwitu nad Morskim Okiem jest również związane z podłożem i otoczeniem utworzonym ze skał granitowych. Odczynu tego płatu śniegu niestety nie zmierzono. Odczyn skupiających się na płacie cząstek gleby i gruzu był bardzo niski: wynosił 4,4. Gleba w odległości 10 cm od płatu miała pH równe 5, 5 m poniżej śniegu wartość pH wynosiła również 5.

Pracę wykonano w czasie badań algologicznych subwencjonowanych przez Komitet Badań Fizjograficznych P.A.U.

PRACOWNIA RYBACKA U. J. W KRAKOWIE

SUMMARY

On 19-th October 1950 on the flake of an old snow beneath the Mięguszowiecki Peak above Morskie Oko-lake in Tatra (about 1500 m above the sea level) was to be seen the red bloom of Algae *Chlamydomonas nivalis* Wille. In the gathered material, were observed but unmotile stages. The dimensions of the cells: breadth 16—23μ, lenght 23—27μ, eventually the diameter 29—38μ. Multicell stages are reaching till 52μ. The greatest cells are a little over the dimensions given by A. Pascher's (1927) monography. The bloom apeared on the snow among the granit rocks, corroborating once more the oppinion of E. Kol (1934) that the alga growth is characteristic just for silicotrophic snows.

CYTOWANA LITERATURA

Győrffy I. 1927 — Über den auf der nördlischen Seite der Belaer Kalkalpen in der „Dolina Kępy“ i J. 1926 entdeckten grünen Schnee. Acta Soc. Bot. Pol. IV.2.1954—165.

Kol E. 1928 — Über Kryovegetation der Hohen-Tátra. I. Folia Cryptogamica Szeged (Hungaria). I.6.614—622.

Kol E. 1934 — Kryobiologische Studien I. Verhandlungen d. Intern. Vereinigung f. theor. u. angew. Limnologie. VI. 275—282.

Pascher A. 1927 — Volvocales — Phytomonadineae in Pascher's Süsswasserflora. H. 4.

Rostafiński J. 1881 — O czerwonym i żółtym śniegu w Tatrach. Rozpr. i Spraw. z posiedzeń Wydz. mat.-przyr. A. U. Kraków. VIII. VIII-XI.

Rostafiński J. 1927 — O czerwonym i żółtym śniegu w Tatrach. Wierchy. V.

Rostafiński J. 1928 — O czerwonym i żółtym śniegu w Tatrach. Czasopismo Przyrodnicze. Łódź. II.

Notes on the anaphase mechanism and the energy of chromosome movement.

by

A. BAJER i A. Z. HRYNKIEWICZ

wpł. 18.XII.50.

In the studies on the mechanism of mitosis the estimation of the energy of chromosome movement is of great importance and can help to gain further knowledge about the process cf cell division. As far as the authors of this paper know, there in no sufficient data to calculate the absolute value of this energy, but corsidering the experimental results so far published on the change of chromosome position versus time, it would be possible to compare the values of the energy of two chromosome groups in one cell or in several. The method given below allows to consider the dependence of the energy of the chromosome movement from different parameters such as temperature, age of cells etc.

In order to solve the problem of this energy the authors considered the chromosome movement from a physical point of view. To draw conclusions about the energy it is necessary to consider the force which causes the movements of the chromosomes. This force will be denoted by F_x.

There are two possibilities of the dependence of the force F_x on time:

1. F_x depends only on the position of chromosomes and explicite does not depend on time. The variation of F_x in time is caused by the increase of the chromosome separation. It means that the force F_x at the beginning of the anaphase has at once its maximal value and the movement of the chromosomes begins when the action of this force is abruptly liberated.

* Assistant of the Institute of Plant Anatomy, Jagiellonian University.
** Assistant of the 2-nd Physical Laboratory, Jagiellonian University.

2. F_x explicite depends on time, besides the dependance caused by the change of chromosome separation. It means that at the begining of the anaphase F_x increases gradually and its total dependence on time is the resultant of its direct variation in time, and the variation caused by the increase of the chromosome separation.

It seems evident, that in the anaphase mechanism the first possibility is fulfilled, but it is necessary to stress, that in the latter case, the mathematical considerations given below, would be far more complicated.

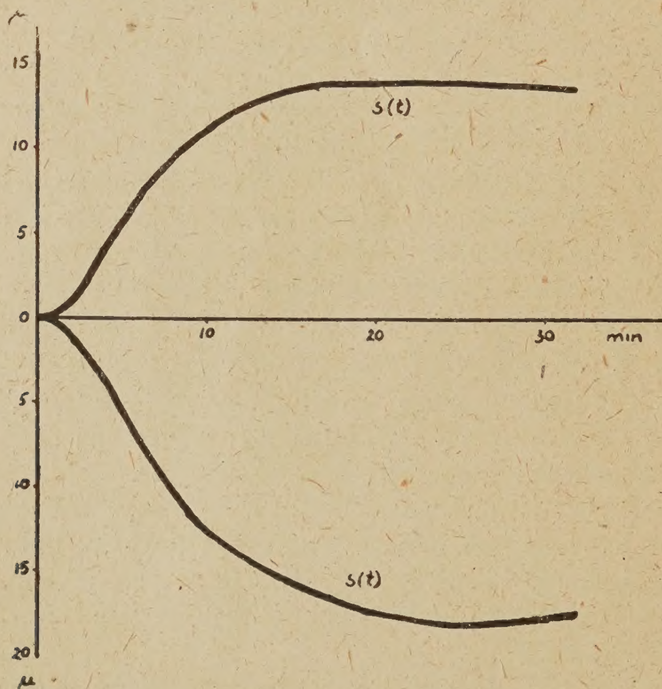


Fig. 1a

Although the hypotheses concerning the mitosis mechanism are numerous (S c h r a d e r, 1946), the nature of the force F_x is not known exctly, however C o r n m a n n's (1944) arguments for traction fibers are the most convincing.

Considerations on the force F_x, though without an exact mathematical aproach to the problem, were made by H u g h e s and S w a n n (1948), however, in order to draw conclusions concerning the energy, their assumptions must be discussed more fully.

The force F_x is partially balanced by the viscosity resistance F_r, of the spindle material. The resultant of the forces F_x and F_r causes an accelerated motion of the chromosomes with an acceleration a (t)

The condition of balance of the forces acting on chromosomes may be expressed by the equation:

$$F_x = F_r + ma(t)$$

where m — mass of the chromosome.

It is evident from the experimental curves (B a r b e r, 1939, B a j e r, 1950) representing the change of the chromosome distance in time s(t) in cells of staminate hairs of *Tradescantia virginica* (Fig. 1a), that in the first stages of anaphase the chromosome movement is accelerated till after 1—2 min the velocity reaches its maximal value, then, the movement becomes retarded and stops. In different specimens the time between the beginning of the movement and the moment in which the velocity reaches its maximal value varies. E.g. in the case of small chromosomes in the chick tissue culture the maximal velocity is observed at the very beginning of the anaphase cf. Fig. 1b taken from H u g h e s & S w a n n,

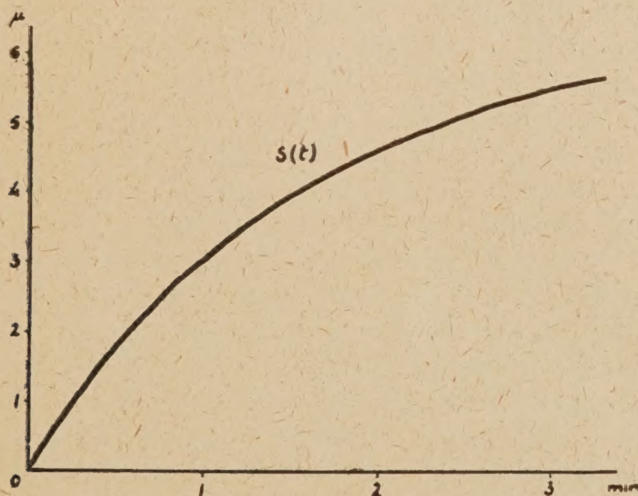


Fig. 1b

(1948 Fig. 16). This is probably caused by the small inertia of the chromosomes due to which the time of the increase of the velocity is extremly short. In reality the picture must be as follows: the chromosome movement is accelerated untill the force F_x is totally balan-

ced by the viscosity resistance F_r, however with the increase of chromosome separation F_x decreases and is overcome by F_r and so the movement becomes retarded.

On the assumptions that:

1. the shape and the orientation of the chromosomes are not changed during the motion,
2. the viscosity coefficient of the spindle, in which chromosomes move, is constant and independant of their velocity,

the force of viscosity resistance F_r is proportional to the velocity of chromosomes:

$$F_r = A\ v(t)$$

where A is the proportionality coefficient dependent on the viscosity of the spindle and on the shape of the chromosomes.

The first part of assumption 1 is fullfiled, because the shape of the chromosomes does not change untill telophase (contraction, B ě l a ř, 1929). The second part is fullfiled only in the case of small chromosomes. Though the orientation of these chromosomes changes in anaphase as compared to metaphase, however the distance in which this takes place is very short and the relation of this distance to the total distance covered by small chromosomes is equal to 1/10—1/20 or even less. In the case of large chromosomes this relation is much greater (between 1/4 and 1/2). The small chromosomes in the first stages of mitosis anaphase rotate about 90^0. Their arms are very short and usually lie in the plane of the metaphase plate. In meiosis this rotation if at all existing is certainly smaller. In the case of long chromosome the whole chromosome or at least one of its arms changes the position by about 180^0; the reason for this is that the arms do not lie in the plane of metaphase plate, but are usually perpendicular to it. The viscosity resistance of the medium in which the chromosomes move depends on the dimension of the chromosomes and their orientation in anaphase. It is necessary to add that the movement seems to be almost synchronical (all kinetochores move in the same plane perpendicular to the long axes of the spindle), though as we know no exact measurements were done till now.

The objections suggested in the second assumption are more serious. The viscosity of cytoplasm depends on pressure /P f e i f f e r, 1937/ while in a normal liquid this dependence does not exist. On the basis of his experiments P f e i f f e r maintains that the cytoplasm is not a newtonian liquid and neither *Stockes'* nor *Hagen-Poisseuille's*

laws can be applied to it. As a result of its submicroscopical structure (structure elasticity, Frey-Wyssling, 1946) the cytoplasm has elastic properties und for this reason Frey-Wyssling (1947) also shares the opinion that these laws cannot be applied to it. If it were impossible to neglect the dependence of viscosity coefficient on the velocity of the chromosomes, the interpretation of the diagrams given below would have to be modified by taking this dependence into consideration /Makarow, 1948/.

The chromosomes move in the substance of the spindle, but it is not yet known exactly whether the whole chromosome moves in halfspindel „Hlbspindel" /Schmidt, 1937, 1939) or whether only their kinotochores move in it, while the rest of the chromosome is surrounded by the „Stemmkörper" (Bělař, 1929). It is also possible that they are surrounded partly by halfspindel and partly by „Stemmkörper", exact studies on spindle viscosity have not yet been done. Chambers /1924/ however on the basis of his micrurgical experiments is convinced, that the spindle has greater viscosity than the cytoplasm. Wada /1934/ on the basis of similar studies drew a contrary conclusion. According to both these authors „Stemmkörper" has a liquid consistance, while Schmidt /1937/ maintains that the „Stemmkörper" is of a more solid nature. Anyhow the spindle structure is very uniform. It is built of long, longitudinally orientated polypeptide chains. Most probably these chains are extremely thin (according to Hughes and Swann /1948/ about 50 Å) and between them there is a substance of a liquid consistance. This is in agreement with the tactoid hypotesis (Bernal, 1949), and is being accepted by an increasing number of authors (Östergren, 1949, 1950/.

From the above data it results that the *Stokes'* law cannot be applied to cytoplasm without restrictions. Makarow (1948) suggests however that this restrictions are slight. Nevertheless in the case of chromosome movement the range of the velocity changes is very small and the substance in which the chromosomes move has most probably other properties than the cytoplasm. In consequence the application of *Stokes'* law to chromosome movement it more justifiable.

If the *Stokes'* law is to be applied the Raynold's number R must be $\ll 1$.

$$Re = \frac{dv\rho}{\eta}$$

where d is the dimension of the chromosome, ca 1μ

v — the velocity of chromosome,

ρ — the density of substance in which chromosomes move, ca. 1g/cm³ (water),

η — the viscosity coefficient, taken as 10 cP

With these values in the case of the chromosome movement the Raynold's number is equal

$$Re \doteq 7.10^{-9}.$$

The values given above are rather arbitrary, but even if they were considerably changed, Re would be much less than 1.

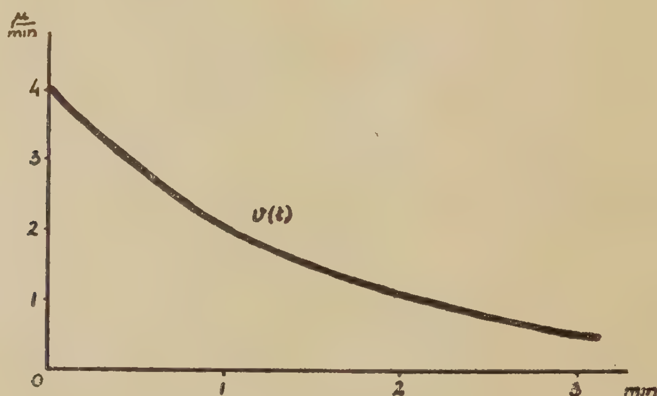


Fig. 2

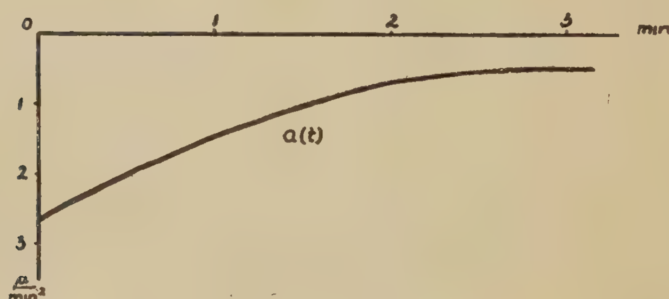


Fig. 3

The coefficient A in the formula

$$F_r = A.v(t)$$

can be represented in the form

$$A = \eta k$$

where η — the viscosity coefficient

k — the factor dependent on the shape of the chromosome (in the case of a spherical one $k = 6 \pi r$)

Then the equation /1/ will take the form:

$$F = \eta k v(t) + m a(t) \qquad (2)$$

The diagrams of the functions v(t), a(t) can be easly obtained by graphical differentiation of s(t). Such diagrams for anaphase in the cells of chick tissue culture (obtained from the experimetal curve of H u g h e s and S w a n n, 1948)) are represented in Figs 2 and 3.

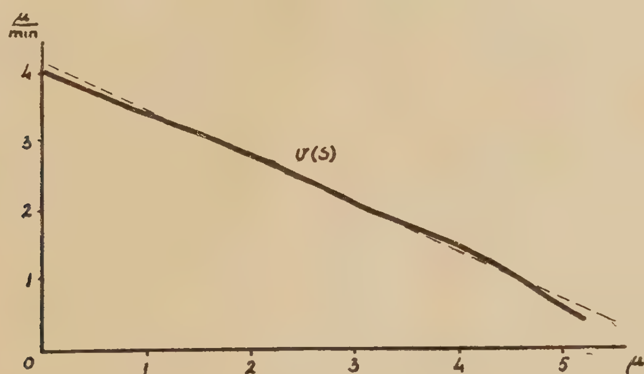


Fig. 4

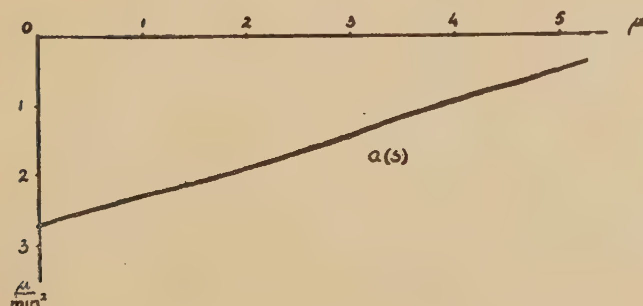


Fig. 5

To draw conclusions about the nature of the force F_x we must know the dependence of velocity and accelaration on the distance. From the diagrams of s(t), v(t) and a(t) it is easy to obtain the diagrams of v(s) and a(s). These diagrams are represented in Figs. 4 and 5.

If it were possible to find the coefficients in equation /1/ the force F_x as the function of the distance could be obtained. From the shape of this curve the conclusions on the nature of F_x can easily be drawn, which was done for the first time by Hughes and Swann /1948/.

Among the different types of forces existing in nature there are three, which can be considered here:

1. Elasticity forces, which according to Hooke's law can be represented by the equation

$$F=B-C.s$$

2. Electrostatic forces, which are according to Coulomb's law inversly proportional to the distance

$$F=D/s^2$$

3. Forces acting between electrical or magnetical dipoles inversly proportional to the cube of the distance

$$F=E/s^3$$

Diagrams of these forces are represented in Fig. 6 a, b, c. Units in these diagrams are arbitrary.

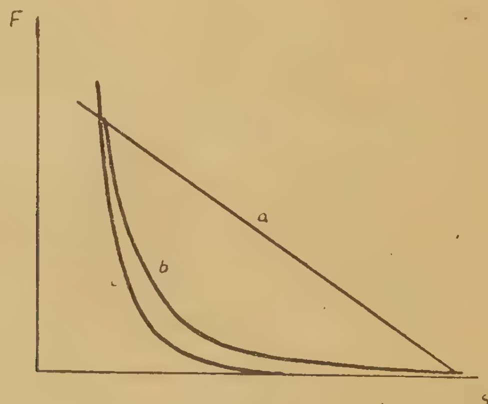


Fig. 6

It is of a great consequence whether the term ma(s) causes a change in the shape of the force F_x. Hughes and Swann /1948/ neglect this term without an exact mathematical argumentation but to find whether this is justifiable the orders of magnitude of

the term F_r and of the correctional term ma(s) must be calculated. For this purpose the following values of the coefficients in the equation /1/ are assumed:

η = 10 cP
k = 10μ (for the spherical chromosomes of 0.5 μ radii)
m = $4/3 \pi r^3 \rho = 0{\cdot}25.10^{-12}$ g.

It follows from further considerations that even a great change in orders of magnitude of these values has no influence on the conclusions drawn.

The above values give:

$$F_r = \eta k v_{max}(s) = 10 \text{ cP. } 10 \mu. \ 4 \ \mu/\text{min} = 7.\ 10^{-10} \text{ dyn}$$
$$m a_{max}(s) = 0{\cdot}25.10^{-12} \text{ g. } 3 \ \mu/\text{min}^2 = 2{\cdot}10^{-20} \text{ dyn}$$

It is obvious, that the correction introduced by the term ma(s) is extremely small in comparison with the viscosity resistance F_r and, that it can be neglected. Owing to this fact, the diagram of the force F_x has the same shape as the diagram v(s). It follows that the conclusion drawn by H u g h e s and S w a n n from the shape of the curve v(s), that the force F_x is an elastical one, is correct.

From the diagram of v(s) it is possible to find the relative differences of the energy of the translation motion of both chromosome groups in anaphase. The energy of the chromosome motion is given by the equation:

$$E = \int_0^{s_{max}} F_x(s).ds = A \int_0^{s_{max}} v(s).ds$$

Then the shaded areas in Fig. 7 are proportional to the energies of the movement of each chromosome group. These areas can be easly found by means of planimetry.

In all papers on chromosome movement (except B a j e r, 1950), separate curves for both groups of anaphase chromosomes are not given. In order to base the present considerations on a concret example, the curves represented in Fig. 7 (Function s(t) for this curve is given in Fig. 1a) are calculated from the experimental curves for *Tradescantia*, though this material is very unsuitable as the chromosomes are long and their seperation rather short.

The method used by the authors of this paper for obtaining the relative energy differences can be applied to the solving of the following problems:

1. Whether or not the energies of both chromosome groups in anaphase are equal to each other in one or more cells.
2. Whether the energy of chromosome motion is the same in the case of the different chromosome separations.

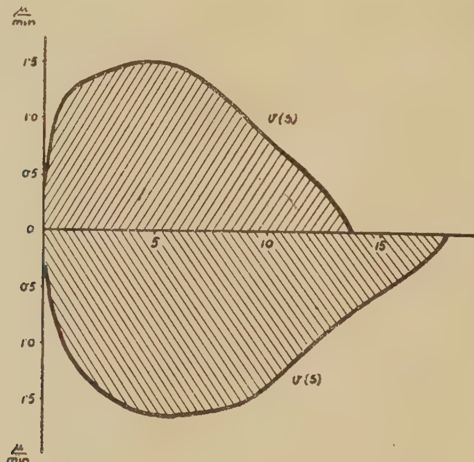


Fig. 7

3. Whether the energy of the chromosome movement depends on temperature. It is possible that on this base some conclusions concerning the viscosity could be drawn.
4. Whether in cells of different age the energy of the chromosome movement is the same.

REFERENCES:

Bajer, A., 1950. Electrical forces in mitosis I. Acta Sc. Bot. Pol. 20, 709—738.

Barber, H. N., 1949. The rate of movement of chromosomes on the spindle. Chromosoma 1, 33—50.

Bělař, K., 1929. Beiträge zur Kausalanalyse der Mitose. III. Z. Zellforsch. 10. 71—134.

Bernal, J. D., 1940. Structural units in cellular physiology. Publ. Am. Ass. Adv. Sci. 14.199—205.

Chambers, R., 1924. The physical structure of protoplasm as determined by microdisection and microinjection. In General Cytology. Univ. Chicago Press. 237—309.

Cornmann, J., 1944. A summary of evidence in favour of the traction fiber in mitosis. Amer. Natur. 78.410—422.

Frey-Wyssling, A., 1946. Submicroscopic morphology of protoplasm and its deriviatives. Elsevier. N.Y.pp.255.

Frey-Wyssling, A., 1947. Das Plasmagel. Acta Physiol. Cellul. 3: 33—42.

Hughes, A. F. and Swann. M.M., 1948. Anaphase movements in living cell Journ. exp. Biol. 25.45—70.

Makarow, R. W., 1948. Fiziko-Chimiczeskie swoistwa kletki i metodi ich izuczenija. Leningrad. pp. 323.

Östergren, G., 1949. L u z u l a and the mechanism of chromosome movements. Hereditas. 35.444—468.

Östergren, G., 1950. Considerations of some elementary features of mitosis. Heraditas. 36.1—18.

Pfeiffer. H., 1937., Experimental research on the non-newtonian nature of protoplasm. Cytologia. Fujii Jub. vol.II.701—710.

Rashevsky, N., 1940. Advances and applications of mathematical biology. Univ. Chicago Press. pp. 214.

Schmidt, W. J., 1937. Die Doppelbrechung von Karyoplasma, Zytoplasma und Metaplasma. Protopl. Monogr. 11. Berlin. Borntraeger.

Schmidt, W. J., 1939. Doppelbrachung der Kernspindel und Zugfasertheorie der Chromosomenbewegung. Chromosoma, 1.253—264.

Schrader, F., 1946. Mitosis. The movements of chromosomes in cell division. Columbia Univ. Press. pp. 110.

Wada, B., 1934. Mikrurgische Untersuchungen lebender Zellen in der Teilung. II. Cytologia 6. 381—406.

The influence of the wave length of light on the movements of chloroplasts in Lemna trisulca L.

ALICJA ZURZYCKA

wpł. 22.XII.50.

I. INTRODUCTION:

The movements of chloroplasts in cells were first discovered by Böhm (1856) and investigated by Famintzin (1867/8), Frank (1871, 1872) and Stahl (1880) but the most thorough investigations were done by Senn (1904, 1908, 1909 a, 1917, 1919). In 1909 Senn published a synthesis of the results he and his predecessors obtained.

The movement of chloroplasts is a phenomenon common to all plants, though the manner in which this change of position takes place varies in different plants. For these reasons Senn in his work distinguishes several types according to which the phenomenon occurs.

The movement of chloroplasts in *Lemna trisulca* L. develops according to the type which appears in the spongy parenchyma of higher plants. According to the intensity of light Senn distinguishes three characteristic positions of chloroplasts in cells of *Lemna trisulca*:

i) Diastrophe — the arrangement of chloroplasts in dispersed light

ii) Apostrophe — the arrangement of chloroplasts in darkness

iii) Parastrophe — the arrengement of chloroplasts in very strong light. In nature this occurs under direct sunlight.

In the author's opinion there is no essential difference between the diastrophe in *Lemna trisulca* and the epistrophe which appears

in the leaves of *Funaria hygrometrica*. For this reason in this paper the term e p i s t r o p h e was used to denote the arrangement of chloroplasts in diffused light.

The main difference between the arrangement of chloroplasts in the apostrophe and the parastrophe is that in the first case they place themselves against all the internal cell walls, and in the latter only against the walls perpendicular to the surface of the leaf. In diffused light the chloroplasts place themselves only against those walls which are perpendicular to the beam of light.

In the papers mentioned previously the influence of different ranges of the spectrum and of varied intensities of light on the arrangement of chloroplasts is dealt only descriptively and V o e r k e l (1934) is the first to give quantitative data on the influence of the colour and intensity of light on the transposition of chloroplasts in the cells of *Funaria hygrometrica*. He found that the movements of chloroplasts are dependent on the blue colour of light, and that red light does not produce any reaction.

In V o e r k e l's experiments the starting position was usually the apostrophe, and data concerning the epistrophe were only accidental. However it appears that in the light of the latest investigations on the submicroscopic structure of the chloroplasts (H u b e r t 1935, F r e y W y s s l i n g 1937 and 1948), it is doubtful whether the reactions to a stimulus of light in the two positions are equivalent. For this reason it was thought worth investigating the reactions to the colour and intensity of light of chloroplasts so placed that their optical axis (R a b i n o w i t s c h 1945) was a parallel (epistrophe), b) perpendicular (apostrophe) to the rays of light.

The problems under investigation were:

1. The dependence of the movements of chloroplasts on the intensity and colour of light.
2. The change in position of chloroplasts in time.
3. The effect of light of different wave lengths and of constant intensity.

II. M e t h o d s.

For the experiments the plant *Lemna trisulca* (S t a h l 1880) was used. This plant was found easier to adjust in the beam of rays without damaging its fronds than the *Funaria hygrometrica* used by V o e r k e l in his experiments. The observations were done only on well developed edges of leaves with a single layer of cells.

Epistrophe was induced by illuminating the leaf with an Osram 60 W, 220 V electric lamp from a distance of 30 cms (V o e r k e l 1934). To induce apostrophe the plant was kept in darkness for 24 hours. This position was very difficult to obtain because in *Lemna trisulca* the apostrophe appears in its classical form only very occasionally, and as the frond grows older, the chloroplasts acquire a tendency to displace themselves evenly against all cell walls (S e n n 1908, L i n s b a u e r and A b r a m o w i c z 1909).

To illuminate the plants with light of different wave lengths an apparatus consisting of an electric lamp, filters and a dark chamber in which the leaves were kept was assembled /fig. 1/.

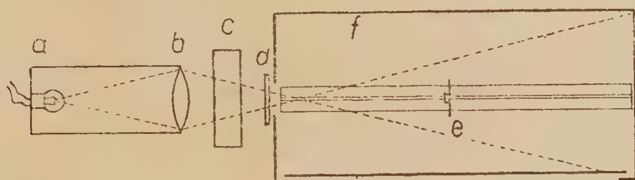


Fig. 1. Diagram of apparatus for illuminating cells. a — lamp, b — condensor of lamn, c — filter for absorbing ultra-red rays, d — colour filter, e — dark chamber, f — object, 1 — image of the source of light.

T h e s o u r c e o f l i g h t. In the first and second stages of the investigation a low voltage Osram 35 W 12 V lamp was used. In the last stage the light came from a 250 W 125 V Osram projection lamp joined to the circuit by means of a 110 V transformer.

F i l t e r s. Light of different wave lengths was obtained by transmission throught filters the range of transparency of which lay within limits of:

blue filter, 425—510 m μ ; yellow filter: 480 — the limit of red light
green filter, 445 — 632 mμ; red. filter, 592 — the limit of red light
When illuminating with light of varying wave length and constant intensity it was found necessary to narrow the limits of transmission. As a monochromator could not be used, Fuess' /gelationous/ monochromatic filters were employed, and their ranges of tranmission were:

1.	445 — 460 mμ	maximum	450 mμ
2.	440 — 480 ,,	,,	460 ,,
3.	480 — 540 ,,	,,	510 ,,
4.	510 — 560 ,,	,,	535 ,,
5.	530 — 590 ,,	,,	560 ,,
6.	600 — 660 ,,	,,	630 ,,

To absorb ultra-red rays, when experimenting with yellow, blue and green filters, a 2 cms layer of a 7,5⁰/₀ solution of copper sulfate was interposed: for the red filter a 3⁰/₀ solution of copper sulphate in a layer of the same depth was used (B a c h m a n n, 1929). In the 3rd stage of investigation the 3⁰/₀ solution of copper sulphate was used in all experiments.

M e a s u r e m e n t s o f t h e i n t e n s i t y o f l i g h t. As the necessary apparatus for measuring the intensity of light was not available, the intensity was determined relatively. For this purpose in the preliminary experiments an application of the square distance law was made. The intensity was assumed to be 100 at the point where the rays intersected, after leaving the condensor of the lamp (see fig. 1).

Subsequently the light of the same intensity was determined by means of a thermopile and a Lange's „Multiflex" type MGO galvanometer at the limit of 1 x. (sensivity 3,89. 10^{-8} amp., internal resistance 12,59 ohms). The intensity was measured before and after the experiment and the readings varried by approximately 10⁰/₀.

T e m p e r a t u r e. Throughout the experiments the temperature was maintained between 18 and 21⁰C.

III. R e s u l t s.

1. T h e d e p e n d e n c e o f t h e m o v e m e n t s o f c h l o r o p l a s t s o n t h e i n t e n s i t y a n d c o l o u r o f l i g h t.

In this stage of the investigation the experiments were connected with V o e r k e l's researches, and were concerned with obtaining data on the displacement of chloroplasts from the epistophe to parastrophe. Moreover it was examined whether the reaction to the colour and intensity of light in the apostrophe — parastrophe displacement was indentical in both *Lemna trisulca* and *Funaria hygrometrica*.

For the experiments the leaves were placed in a ring for tissue culture, and care was taken for the leaf to be perpendicular to the direction of light. The time was the same as in Voerkel's experiments, i.e. 3 hours. The percentage of the reaction was calculated, by counting the changes in the initial position of chloroplasts in 25 leaf cells.

TABLE 1a.

Blue filler. Time of illumination: 3 hours

No.	Relative intensisty of light	% of reaction	
		apostrophe — epistrophe	epistrophe — parostrophe
1	100	100,0	76,9
2	25	100,0	76,9
3	6,7	100,0	76,8
4	2,8	100,0	63,8
5	1,6	91,0	27,9
6	1,0	100,0	14,6
7	0,69	91,9	4,6
8	0,64	70,9	0,0
9	0,51	74,5	6,3
10	0,41	21,26	4,5
11	0,077	12,7	0,0

TABLE Ib.

Green filter. Time of illumination: 3 hours

No.	Relative intensity of light	% of reaction	
		apostrophe — epistrophe	epistrophe — parastrophe
1	100	100,0	31,8
2	25	100,0	22,6
3	6,7	100,0	20,9
4	2,8	65,4	6,4
5	1,6	61,3	0,0
6	1,0	50,0	0,0
7	0,69	38,2	0,0
8	0,64	1,6	0,0
9	0,51	5,0	5,6
10	0,41	0,0	0,0

TABLE Ic.

Yellow filter. Time of illumination: 3 hours

No.	Relative intensity of light	% of reaction	
		apostrophe — epistrophe	epistrophe — parastrophe
1	100	49,3	14,2
2	25	30,4	4,2
3	6,7	19,1	8,9
4	2,8	6,7	0,0
5	1,6	9,3	12,4
6	1,0	1,9	6,9
7	0,16	11,3	9,3
8	0,54	10,2	2,2
9	0,51	10,6	0,0
10	0,41	10,7	6,3

TABLE Id.

Red filter. Time of illumination: 3 hours

No.	Relative intensity of light	% of reaction	
		apostrophe — epistrophe	epistrophe — parastrophe
1	100	3,3	98,1
2	25	4,2	99,0
3	6,7	5,7	94,8
4	2,8	6,2	78,0
5	1,6	4,6	67,2
6	1,0	0,0	65,9
7	0,69	3,9	49,8
8	0.64	7,3	—
9	0,51	0,0	—
10	0,41	6,0	17,9

The results obtained are assembled in Tables I a — d and in Figs. 2 — 5. On the graphs ordinates represent the percentage of

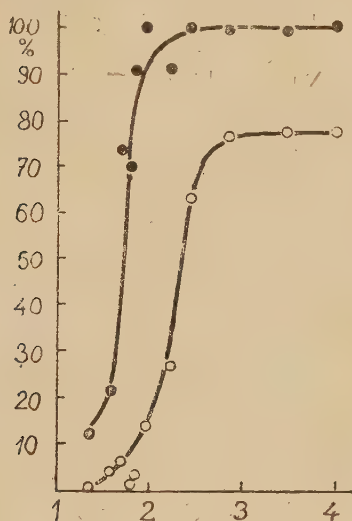


Fig. 2. Movement of chloroplasts in cells of *Lemna trisulca* under the influence of blue light. o——o epistrophe—parastrophe reaction, •——• apostrophe — epistrophe reaction.

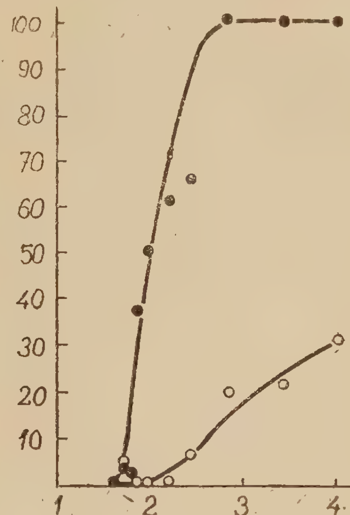


Fig. 3. Movement of chloroplasts in cells of *Lemna trisulca* under the influence of green light. Details as in Fig. 2.

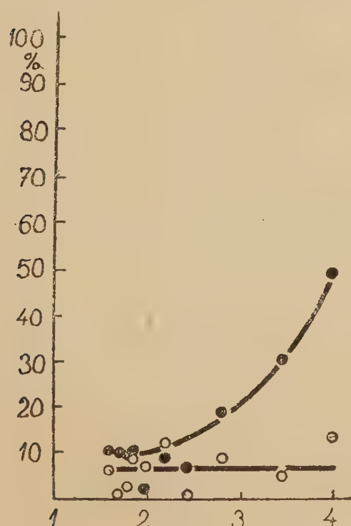


Fig. 4. Movement of chloroplasts in cells of *Lemna trisulca* under the influence of yellow light. Details as in. Fig. 2.

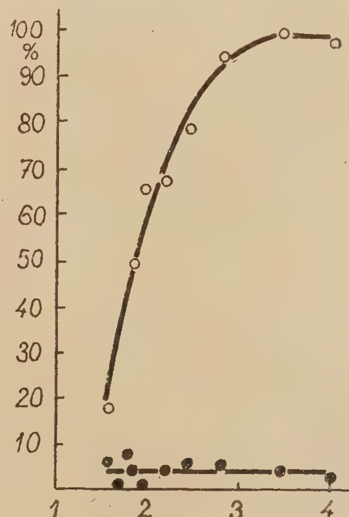


Fig. 5. Movement of chloroplasts in cells of *Lemna trisulca* under the influence of red light. Details as in Fig. 2.

the reaction, and the abscissa the logarythms of the relative intensities of light + 2; the graphs ilustrate the effect of given wave lengths of light, when the initial possitions were the apostrophe and the epistrophe. The tables and graphs demonstrate that the reaction to the different spectral ranges explicite depends on the position of the chloroplasts towards the light which falls on them. The differences in the reactions are most marked in red light. No change of position of chloroplasts was obtained if the initial position was the apostrophe, which is in agreement with V o e r k e l s results. On the other hand if the optical axis of chloroplasts was parallel to the rays of light — according to its intensity — complete or partial parastrophe appeared.

Blue light causes a reaction in both initial positions, though in the case of epistrophe it has less effect than when the apostrophe is the initial arrangement.

The results obtained with green light are similar to those caused by blue light, though the difference in the percentage of reaction in the two initial possitions was much higher in the case of green light. In yellow light the reaction is very feeble, which is not necessarily due to the inability of the pigments in chloroplasts to absorb yellow light but may be caused also by the very small selectiveness of the filter /480 mμ— limit of red/.

The influence of different intensities of light of one colour was very similar to what V o e r k e l described; for each intensity there is a corresponding percentage of the reaction.

According to some authors the effects of red light and of darkness are identical (F r a n k 1872, S t a h l 1880, S e n n 1908). For this reason when investigating the effect of red light in the epistrophe to parastrophe reaction, a control experiment was run for three hours in darkness /epistrophe to apostrophe/. The results obtained are given in Table II.

TABLE II

Time of experiment: 3 hours. Starting position: epistrophe

% of parastrophe in red light of relative intensity 100	% of apostrophe in darkness
98.07	40.00
98.57	41.81
93.41	31.15
95.70	41.84
M = 96.44	M = 38.70

It appears from Table II that the effect of red light was 2,5 times greater than the effect of darkness.

2. The change in position of chloroplasts in time.

The strong effect which red light has on the change in the position of chloroplasts from the epistophe to parastrophe, and on the other hand the lack of any reaction when the initial position is apostrophe (Fig. 5), can suggest that in the latter case a chain of reactions could take place during the three hours of the experiment i.e. apostrophe — epistrophe — parastrophe.

For this reason in this stage of the present investigations special attention was given to a detailed observation of the transposition of chloroplasts versus the time and to the wave length of light of constant intensity. Similar problems were dealt with by Lewis (1898) in his work on chloroplast movements in *Mugeotia,* and Voerkel in *Funaria hygrometrica.* Both these authors however limited their researches to white light. To unable the observation of the reaction throughout the experiment it was found necessary to modify the apparatus used previously. This was done by placing a microscope horizontally in the beam of the rays of light. The magnification obtained (Eyepiece 10 x, objective 40 x) made it easy to observe 25 cells in the leaf of *Lemna trisulca.*

TABLE III

Time of illumination: 3 hours
Relative intensity of light: 30

Time in minutes	% of reaction			
	epistrophe — parastrophe		apostrophe — epistrophe	
	blue light	red light	blue light	red light
0	100,0	100,0	23,5	5,2
15	71,3	64,6	38,5	—
30	45,5	48,4	53,1	8,9
45	27,0	37,5	79,3	—
60	21,3	29,2	97,2	7,2
75	17,2	—	100,0	—
90	14,8	24,5	100,0	7,5
105	11,1	—	100,0	—
120	17,2	23,9	100,0	8,0
135	23,3	—	—	—
150	20,5	16,1	100,0	8,5
165	25,0	—	—	—
180	24,7	14,6	100,0	4,2

Only the changes taking place in blue and red light were observed and the filters used were the same as in the previous experiments. The reasons for discontinuing experiments in green and yellow light were: 1) the insufficient selectiveness of filters and 2) that the reaction which takes place in these wave lengths is intermediary between the reactions taking place in red and blue light. The relative intensity of light was fixed at 30 and measured by means of the thermopile. To prevent any changes in the intensity of light the condensor was removed from the microscope. In a control experiment the change of position of chloroplasts in darkness was observed. Each reaction was repeated four times.

TABLE IV

Time of darkness: 3 hours

Time in minutes	% of reaction epistrophe — apostrophe
0	100,0
10	100,0
20	100,0
30	100,0
40	93,5
50	75,5
60	62,9
70	48,1
90	47,2
110	33,8
130	39,4
150	34,7
170	53,7

The results obtained for the apostrophe — epistophe and epistophe — parastrophe reactions are given in Table III and Figs. 6 and 7 and for the reaction epistophe to apostrophe in Table IV and Fig. 8. These tables and graphs make it possible to interprete the results of the first part of the investigation more thoroughly and the conclusions reached are: 1) in red light the previously suggested chain of reactions does not take place (Fig. 7) 2) in the preceding experiments the parastrophe obtained in blue light was not complete (the

parastrophe was 76,9% in the same intensity of light). It can be seen from Table III and Fig. 6 that this was due to a secondary displacement of chloroplasts from parastrophe to epistrophe caused by the excessively long time of illumination, 3) the reaction time in darkness at the experimental temperature of 18—21°C was in Table V

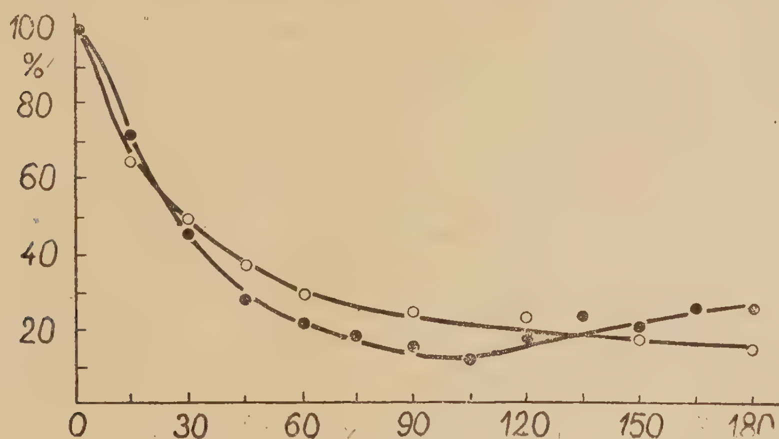


Fig. 6. The development in time of the epistrophe — parastrophe reaction. o——o in red light, •——• in blue light.

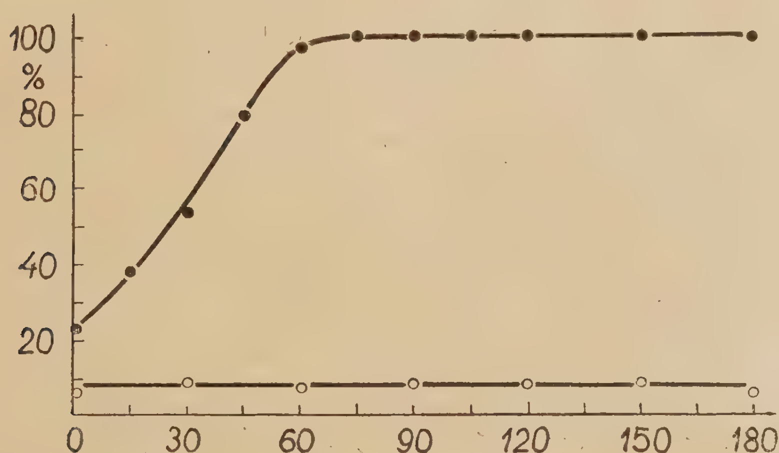


Fig. 7. The development in time of the apostrophe — epistrophe reaction. o——o in red light, •——• in blue light.

related to the time of the epistrophe to parastrophe reaction in red light. The calculating of the reaction time of chloroplasts in darkness was done according to the method chosen in an investigation on the influence of temperature on chloroplast movements (Z u r z y c k a and Z u r z y c k i 1950).

TABLE V

The time of chloroplast reaction calculated as the interval needed for $50_0/^0$ of chloroplast to move to a pos.tion opposite to the initial one

Type of reaction	Reaction time in minutes
epistrophe to parastrophe in red light	28,87 ± 0,40
epistrophe to apostrophe in darkness	76,50 ± 1,12

3. The effect of light of different wave lengths and of constant intensity.

At this stage of the investigation the intention was to compare the effect of light of different wave lengths but of the same intensity per unit of time and surface, for wave lengths within ranges of 4000 to 7000 Å and for the epistrophe — parastrophe and apostrophe — epistrophe processes. The aparatus used is ilustrated in Fig. 1. On the basis of the results obtained proviously the time of the experiments was reduced to 70 minutes. Every experiment was repeated four times for each range of wave lengths, and from the results obtained (i.e. from ractions in 100 cells) average values were calculated. These are given in Table VI and in Figs. 9 and 10. To simplify the graphs only the maxima of transparency of filters and not the range of transparency were marked on the abscissae (in Table VI the maxima are in brackets). The curve of the epistrophe — parast-

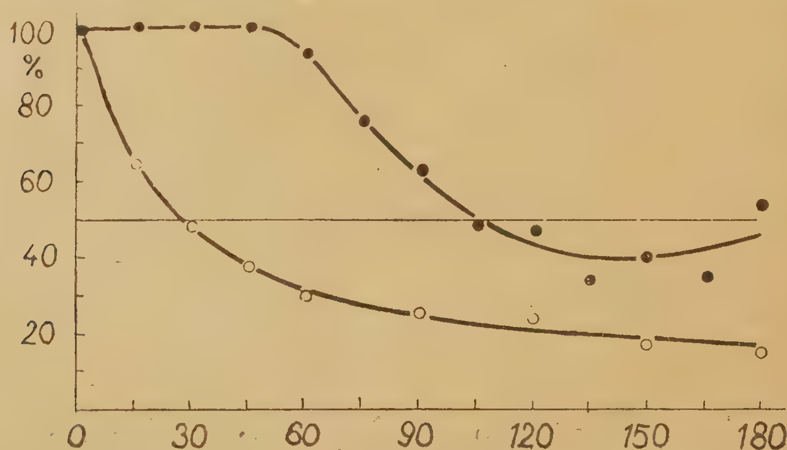


Fig. 8. The development in time of the epistrophe — parastrophe reaction in red. light o——o and epistrophe — apostrophe reaction in darkness •——•

TABLE VI

Time of illumination $CuSo_4$ filter (3%, d — 1 cm)
Relative intensity of light — 80

Wave lenght of light in μ	Reaction:	
	apostrophe — epistrophe	epistrophe — parastrophe
660 — 600 (630)	40,38 ± 5,77	73,18 ± 1,47
590 — 530 (560)	42,24 ± 2,69	33,19 ± 1,83
560 — 510 (535)	73,38 ± 2,01	21,02 ± 2,54
540 — 480 (510)	85,99 ± 5,06	19,08 ± 2,76
480 — 440 (460)	93,32 ± 4,63	57,62 ± 2,48
460 — 445 (450)	90,16 ± 2,61	68,01 ± 2,13

rophe process has two maxima: the first maximum is in red light (73,18 ± 1,47) and the second one in blue light (68,10 ± 2,13). The only maximum of the apostrophe — epistrophe reaction is in blue-green light. The horizontal dotted line in Fig. 10 denotes the average number of chloroplasts which, inspite of being kept in darkness for 24 hours, did not move to the lateral walls. Because of this results in the apostrophe — epistrophe process are overestimated, and in

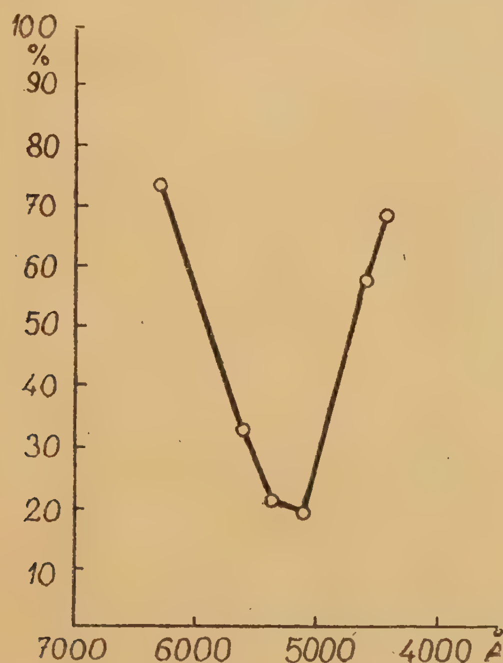


Fig. 9. The curve of the epistrophe — parastrophe reaction in relation to the wave lenght of light of a constant intensity.

order to compare them with results of the epistrophe — parastrophe reaction they should be reduced by the initial number of chloroplasts in epistrophe i.e. by 30,01 ± 1,04%. The partial apostrophe is due to the age of the plants used in these experiments, which were done in late autumn, and not in spring and summer as was the case with those in the first two stages. S e n n (1908) states that as the cell grows older the chloroplasts lose their capability to react to darkness, and this is shown by the increasing number of chloroplasts remaining on the outer walls. For this reason it is perhaps possible to explain the comparatively considerable value of the average error through biological properties of reacting cells in the apostrophe — epistrophe reaction (cf. Table VI). There are no difficulties in obtaining the parastrophe regardless of whether the cell is young or old.

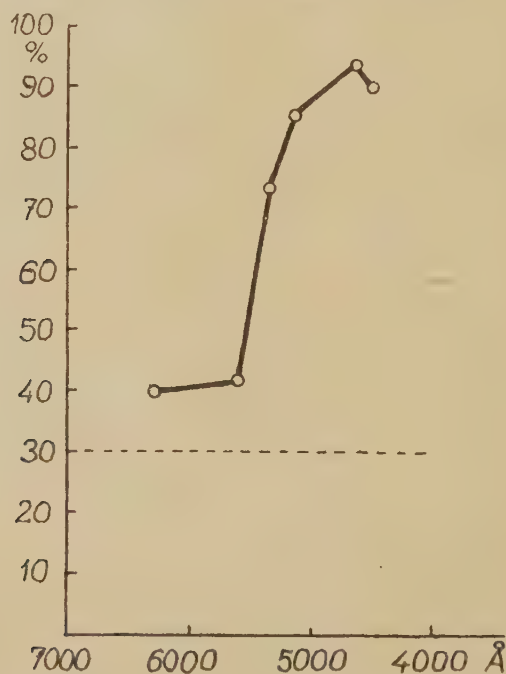


Fig. 10. The curve of the apostrophe — epistrophe reaction in relation to the wave lenght of light of a constant intensity.

IV. D i s c u s s i o n.

The results of researches on the influence of wave lenght on the movements of chloroplasts — initiated by B ö h m (1856) — can be divided into two groups. The opinions of those few students who maintain that red light has an influence on the displacement of chloroplasts would be in one group.

Linsbauer and Abramowicz (1909) investigated the influence of light filtred through water solutions of $K_2Cr_2O_7$ and of $[Cu(NH_3)_4](OH)_2$, and state that both blue and red light cause the parastrophe in *Lemna trisulca.* In their opinion the processes apostrophe — epistrophe and epistrophe — parastrophe are quite separate phenomena. The first one would be a phototactic process and latter would be associated with the assimilation of carbon dioxide. As the work of the two authors was concerned with other problems, they did not support their opinion with systematic experiments, stressing however the necessity of verifying their sporadic observations.

The work of Linsbauer and Abramowicz was criticized by Senn (1908), who very definitely states that only blue light causes parastrophe, while rays of red light induce apostrophe and their effect is much slower.

In some older works on the movement of protoplasm indirect references to the influence of wave length of light on chloroplast movements can be found. The reason for this is that the rapidity of the transposition of chloroplasts was taken as the measure of the rapidity of movement of the protoplasm. According to Nothmann-Zuckerkandl (1915) the protoplasmic movements (= chloroplasts) in celles of *Elodea canadensis* are most pronounced under the influence of red light and the slowest in violet light.

Also Schweickert (1928) found that the strongest photodinetic effect is caused by red rays of light and that this effect diminishes as the length of waves decreases; in blue light another maximum appears. According to his hypothesis the rays absorbed by the chlorophyll would have the strongest effect on the movement of the plasma (= chloroplasts).

The opinions according to which only blue ligth has an effect on the change of position of chloroplasts form the other group.

Frank (1871 and 1872) maintains that blue light affects the movements of chloroplasts and that the effect of red light is similar — though weaker — to the effects of darkness. Famintzin (1867/8) found that on *Mnium* sp. yellow light acts in the way as darkness and that blue light causes a „daylight" arrangement of chloroplasts. This was confirmed by Stahl (1880) and Senn (1908) comparing the results of researches on the influence of light on the movement of chloroplasts comes to the conclusion that this displacement is dependent on blue light. According to him

it is only *Mugeotia* which does not conform to this pattern, as in this plant the profile arragement (parastrophe) is brought about by blue light, and red light causes the daylight arrangemet (epistrophe).

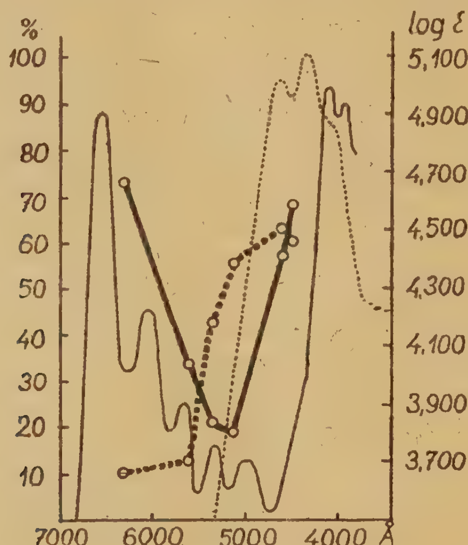


Fig. 11. The curves of the epistrophe — parastrophe o——o, and apostrophe — epistrophe o — — — o, reactions within the range of visible radiation, and the curves of the absorption of light by leaf pigment in relation to wave length of visible radiation. — — — — — carotenes, ———— chlorophyll a (H e i e r l e 1935, quoted after F r e y - W y s s l i n g 1937).

In support of all these experiments no quantitative values were given. The first systematic experiments on the influence of wave lenght on the movements of chloroplasts were done by V o e r k e l (1934), who examined the influence on the displacement of chloroplasts of wave lengths ranging from ultra red to ultraviolet. However his most accurate experiments were concerned with the influence of visible radiation. He found that:

1. The reaction apostrophe — epistrophe was caused in *Funaria hygrometrica* by blue, yellow-blue and yellow-green light, in ratio of 273,3 : 52,1 : 1 correspondingly, at a constant intensity of light. Even very intensive red light did not induce the epistrophe.
2. Within the range of visible radiation he could not induce the parastrophe even with light of the highest intensity. According to him this arrangement can be induced only by long ultraviolet rays.

3. The influence of blue light on the reaction apostrophe — epistrophe is connected with the absorption of these rays by the carotenes.

The results obtained in the course of the present investigation on the process epistrophe — apostrophe in *Lemna trisulca* are in agreement with Voerkel's results obtained with *Funaria hygrometrica*. In *Lemna trisulca* visible short wave radiation has also a phototactic effect, while red light causes no reaction. (Figs. 2,5 and 7).

On the other hand the results obtained for the reaction epistrophe — parastrophe in *Lemna trisulca* are fundamentally different from the results in *Funaria hygrometrica;* the reason of this is that in the first plant the process is caused by visible radiation. The curve of the reaction (Fig. 11) has two maxima, one over 6000 Å in red light and the other below 5000 Å in blue light. There remains to explain why Voerkel did not obtain the parastrophe within the visible spectral range, though this is contradictory to the results obtained by his predecessors, and none of them deny the influence of blue light on this process. The explanation may lie in the experimental conditions used by Voerkel to obtain the parastrophe. He employed a very powerful source of light (a 100 W 220 V lamp) illuminating the plants, from a distance of 15 cms which in the case of blue light raised the temperature in the experiment to 29,5°C. It has been found in the course of a recent research on the influence of temperature on chloroplast movements (Zurzycka and Zurzycki 1950) that at a temperature of 30°C and with a far weaker source of light (a 60 W 220 V lamp) the time needed for 50% of chloroplasts to attain the parastrophe is 4,95 mins. If also it is considered that blue light causes a secondary displacement of chloroplasts onto the outer cell walls (Table III and Fig. 7), it is plausible to suppose that in a 60 minute experiment the chloroplasts passed through a cycle of reactions - epistrophe - parastrophe - epistrophe — and returned to their starting positions. In red light — when the epistrophe was the starting position — Voerkel obtained twice the parastrophe (Voerkel, l.c. page 166). This was:

Experiment No.	Starting position	Time of experiment	Reaction in % of epistrophe
17	Epistrophe	40 mins.	46,3
18	,,	85 ,,	6,1

V o e r k e l quite probably overlooked these results, and this because his investigations were mainly concerned with the apostrophe — epistrophe process and the experiments on the epistrophe — parastrophe reaction were more or less accidental and done only to control the opposite one.

The experiments carried out, in the course of the present investigation, to compare the effect of red light and of darkness contradict S e n n's (1908) hypothesis according to which these two factors are equivelent. The rèaction epistrophe — apostrophe is determined — in a very specific manner — by the biological properties of the cell, it is so because:

1. The reaction to the cutting off of the light is not immediate, but is preceded by a preparatory period (Fig 8), the duration of which depends among other factors on the temperature of the experiment. This preparatory period considerably prolongs the time of the reaction = 76,5 mins. in the experimental temperature.
2. The percentage of chloroplasts which react depends on the age of the cell (see S e n n 1908).

On the other hand in red light the epistrophe — parastrophe process:

1. starts off immediately stimulation begins, and because of this the time of the reaction is much shorter = 28,88 mins.
2. is depended on the intensity of light (Fig. 5 and Table Id)
3. is not depended on the age of the cell (see the results obtained on spring and autumn plants, Figs. 5 and 11 correspondingly).

The assumption made previously that the type of the chloroplast reaction depends on the orientation of the chloroplasts to the beam of light is corroborated by the curve representing the epistrophe — parastrophe reaction and the curve representing the apostrophe — epistrophe reaction in Fig. 11.

The curve plotted for the apostrophe — epistrophe reaction which takes place in light filtered through monochromatic filters, is similar to the curve representing the absorption of light by the carotenes and xanthophylls (Fig. 11). It seems therefore obvious that this process is correlated with the absorption of light by the yellow-orange pigments which enter into the composition of the colouring-matter of chloroplasts.

The phototaxis of chloroplasts would therefore be a specific case of a principle common to all plants which correlates a positive phototropic reaction with the presence in the reacting organism of yellow-orange pigments or more exactly of beta-carotene (B ü n n i n g 1939).

The comparison of the curve of the epistrophe — parastrophe reaction (Fig. 11) with the curve of the absorption of light by leaf pigments (Fig. 11 H e i e r l e 1935 quoted after F r e y - W y s s l i n g 1937) suggests that it is the absorption of light by chlorophyll which causes the apostrophe — epistrophe process and that in relation to the apostrophe — epistrophe reaction this is a negative phototactic process.

The dissimilarity of reactions to light of different wave lengths in the two initial possitions seems to indicate that in the epistrophe - parastrophe process the only acting absorbent is chlorophyll, and on the other hand in the apostrophe - epistrophe process the only absorbent are the carotenes. The direction of the maximal absorption by chlorophyll must be therefore perpendicular to the direction of maximal absorption by carotenes. In the light of the researches on the submicroscopic structure of chloroplasts (H u b e r t 1935, F r e y - W y s s l i n g 1937, 1948) this can be explained by the arrangement of pigments inside the chloroplasts.

SUMMARY

1. The influence of the wave length and intensity of light on the movements of chloroplasts in *Lemna trisculca L.* was investigated and a dependence of these relations on the arrangement of chloroplasts was found.

2. Curves for the apostrophe - epistrophe and epistrophe - parastrophe reactions were plotted, and it was found that the first one is caused exclusively by light absorption of carotenes, and the latter one by light absorption of chlorophyll only; and that the directions of maximal absorptions of the two pigments are perpendicular to each other. This proves the existence of a submicroscopic structure of chloroplasts.

3. The development of the apostrophe-epistrophe, epistrophe-parastrophe reactions was determined and the dissimilarity in the effects of red light and of darkness was ascertained.

A c k n o w l e d g m e n t s.

The author wishes to express her most sincere gratitude for their most valuable suggestions and criticism to Professor Dr F. G ó r s k i Director of the Laboratory of Plant Physiology of the Jagiellonian University of Kraków, whose kind interest and guidance encouraged her in her work and to Professor Dr H. N i e w o d n i c z a ń s k i, Director of the Physical Institute of the Jagiellonian University of Kraków, in whose laboratory the experiments partially were done. The author is also most grateful to Miss Mgr D. K u n i s z ó w n a, assistant of the II Physical Laboratory of the Jagiellonian University of Kraków for the help in preparing the apparatus necessary in this work.

LABORATORY OF PLANT PHYSIOLOGY
OF THE JAGIELLONIAN UNIVERSITY.

LITERATURE CITED.

1. B a c h m a n n, Fr. 1929. Über die Verwendung von Farbfiltern für pflanzenphysiologische Forschungen. Planta, *8*, 487—521.
2. B ö h m, J. A. 1856. Beiträge zur näheren Kenntnis des Chlorophylls. Sitzgsber. kais. Akad. Wiss. Wien, Math.-naturwiss. Kl. *22*, 479—512.
3. B ü n n i n g, E. 1938 Phototropismus und Carotinoide. III Weitere Untersuchungen an Pilzen und höheren Pflanzen. Planta, *27*, 583—609.
4. C a s t l e, E. S. 1935. Photic excitation and phototropism in single plant cells. Cold Spring Harbor Symposia on Quant. Biology.*III*, 230—277.
5. F a m i n t z i n. A. 1867/8. Die Wirkung des Lichtes und der Dunkelheit auf die Vertetilung der Chlorophyllkörner in der Blättern von Mnium sp. Jb. wiss. Bot. *6*, 45—49.
6. F a m i n t z i n, A. 1857/8. Die Wirkung des Lichtes auf Algen und einige andere ihnen nähe verwandte Organismem. Jb. wiss. Bot. *6*, 1—44.
7. F r a n k, B. 1871. Über lichtwärts sich bewegende Chlorophyllkörner. Bot. Ztg. *29*, 209—215 and 225—232.
8. F r a n k, B. 1872. Über die Veränderung der Lage der Chlorophyllkörner und der Protoplasma in der Zelle, und deren innere und äussere Ursachen. Jb. wiss. Bot. *8*, 216—303.
9. F r e y - W y s s l i n g, A. 1937. Der Aufbau der Chlorophyllkörner. Protoplasma, *29*, 279—303.
10. F r e y - W y s s l i n g, A. 1948. Submicroscopic morphology of protoplasm and its derivates. New York — Amsterdam, 155—166.
11. H a b e r l a n d t, G. 1918. Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig. 252—256.
12. H u b e r t, B. 1935. The physical state of chorophyll in the living plastid. Rec. trav. bot. neerl. *32*, 323—390.

13. Lewis, F. J. 1898. The action of light on Mesocarpus. Annals of Botany, *12*, 418—421.
14. Linsbauer, K. und Abramowicz, E. 1909. Untersuchungen über die Chloroplastenbewegungen. Sitzgsber. kais. Akad. wiss. Wien Ma h.-nat. Kl. I, *118*, 418—421.
15. Nothmann-Zuckerkandl, N. 1915. Über die Erregung der Protoplasmaströmung durch verschiedene Strahlenarten. Ber. dtsch. Bot. Ges. *33*, 301—313.
16. Rabinowitch, E. I. 1945.. Photosynthesis. New York.
17. Schweickert, H. 1928. Untersuchungen über Photodinese bei Vallisneria spiralis. Jb. wiss. Bot. *68*, 79—134.
18. Senn, G. 1904. Die Dunkellage der Chlorophyllkörner. Winterthur, 1—11.
19. Senn, G. Die Gestalts- und Lageveränderung der Pflanzenchromatophoren. Leipzig.
20. Senn, G. 1909. Meine Stellung zu der Arbeit: Linsbauer K. und Abramowicz E. Untersuchungen über die Chloroplastenbewegungen. Zt. Bot. *1*, 592.
21. Senn, G. 1909. Weitere Untersuchungen über Gestalts- und Lageveränderung der Chromatophoren. I, II. Ber. dtsch. Bot. Ges. *27*, 12—27.
22. Senn, G. 1917. Weitere Untersuchungen über Gestalts- und Lageveränderung der Chromatophoren. III. Verh. Naturforsch. Ges. Basel. *28.* II, 103—122.
23. Senn, G. 1919. Weitere Untersuchungen über Gestalts- und Legeveränderung der Chromatophoren. IV, V. Zt. Bot. *2*, 81—141.
24. Stahl, E. 1880. Über den Einfluss von Richtung und Stärke der Beleuchtung auf einige Bewegungserscheinungen im Pflanzenreiche, Bot. Ztg. *38*, nr 118.
25. Voerkel, S. H. 1934. Untersuchungen über die Phototaxis der Chlorozplasten. Planta, *21*, 156—205.
26. Zurzycka A. and Zurzycki J. 1950. The influence of temperature on the phototactic movements of chloroplasts. Acta Soc. Bot. Pol. *20*, 665—680.

Thymus carnosulus Vel.

M. KOCZWARA

(wpł. 9. II. 1951).

W swoim czasie podany został, z terenu Podola pokuckiego, gatunek macierzanki, *Thymus odoratissimus* M. B., jako nowy składdnik flory (1).

Określenia systematycznego rośliny, jako formy nietypowej tego gatunku, dokonali podówczas badacze węgierscy, S. Javorka i K. Lyka, którym przesłano parę okazów do oznaczenia.

Jednak wkrótce po ukazaniu się notatki o powyższym odkryciu, Prof. J. Paczoski, na podstawie dołączonego do niej szkicu a następnie dostarczonych mu okazów, określił gatunek powyższy jako *Thymus carnosulus* Vel.

Badania przeprowadzone obecnie na materiale zielnikowym Pol. Akad. Um. w Krakowie wykazały, że oznaczenie rośliny tej przez badaczy węgierskich jako *Thymus odoratissimus* M. B. nie było właściwym.

Gatunek *Thymus odoratissimus* M. B., zbierany m. in. przez J. Paczoskiego o okolicach Nikołajewa ad Cherson, w Aleszkach nad Dnieprem, oraz w Gołaja pristań nad Dnieprem a przez J. Trzebińskiego w Biełozierju odróżnia się przede wszystkim liśćmi, które są równowąsko-lancetowate, prawie szydłowate, brzegiem podwinięte i opatrzone wyraźnymi nerwami.

Ponadto, jak to zaznaczył niegdyś J. Paczoski, jest to zasadniczo roślina piasków (południowo wschodniej Rosji, podawana także z Zakaukazia i Małej Azji). (2, 3).

Thymus carnosulus Vel. odkryty przez Velenovskyego w r. 1885 na terenie Bułgarii zaliczony został pierwotnie przez niego do gatunku *Thymus zygioides* Gris. (4). Dopiero później (Sitzungsberichte der böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, 1903) rozpoznał go Velenovsky jako nowy, dobry gatunek, dając w Flora bulgarica (Supplementum I, pag. 240) (4), następującą diagnozę:

„*Thymus carnosulus* est species egregia et vulgo cum nulla nota in Oriente propius affinis vel similis. Excellit caulibus hornotinis, filiformibus, tenuibus, longe repentibus vix tetragonis, toliis omnio rosuliferis (!), carnosulocrassiusculis, spathulatis, sensim petiolatis, parvis (!), grosse glandulosis, fere enerviis (!), solum nervo medio carinatis, floribus apice conferto-capitatis, bracteis foliis multo majoribus, oblongo ellipticis, calycis dentibus eximie dense longe albo ciliatis.

In collibus calcareis ad Kebedže (Vel., 1885), ad Balčik, Kavarna (Šk, 1897)".

Gatunek ten odkryty został później w dalszych miejscowościach jak: Razgrad, Warna, Prowadia, Szumen, Gebedž * w Bułgarii (5) oraz z terenu Rosji, Bessarabii i Krymu (3) **.

W obrębie Podola pokuckiego występuje ten gatunek na skałach gipsowych w Żabokrukach koło Obertyna, skąd naprzód został podany (1).

Trafia się tu w zespołach jak:

Avenetum Besseri, przy ekspozycji NW, o składzie florystycznym następującym: *Avena Besseri* 3—5, *Carex humilis* 1—3, *Festuca sulcata* 3, *Festuca vallesiaca* 1—2, *Stipa capillata* 1, *Koeleria gracilis*, *Sessleria Heufleriana r*, *Allium montanum*, *Anthericum ramosum*, *Alsine setacea*, *Asperula cynanchica*, *Asperula glauca*, *Astragalus austriacus*, *Artemisia inodora*, *Bupleurum falcatum*, *Campanula sibirica*, *Centaurea Marschalliana*, *Euphorbia Gerardiana*, *Gypsophila fastigiata*, *Hieracium cymosum*, *Hyacinthus leucophaeus*, *Hypericum elegans*, *Jurinea arachnoidea*, *Libanotis montana*, *Potentilla arenaria*, *Ranunculus pseudovillarsii*, *Scabiosa ochroleuca*, *Schiwereckia podolica*, *Teucrium chamaedrys*, *Teucrium motanum*, T h y m u s c a r n o s u l u s, *Thalictrum uncinatum* i *Stipetum capillatae*, przy ekspozycji SW, w towarzystwie gatunków jak: *Stipa capillata* 4—5, *Carex humilis* 0—3, *Festuca sulcata* 2—3, *Festuca vallesiaca* 1—3, *Koeleria gracilis* 2—3, *Alsine setacea*, *Adonis vernalis*, *Anthericum ramosum*, *Artemisia inodora*, *Asperula cynanchica*, *Asperula glauca*, *Astragalus austriacus* *Astragalus onobrychis*, *Campanula sibirica*, *Centaurea Marschalliana*, *Erysimum* sp., *Euphorbia Gerardiana*, *Gypsophila fastigiata* wzgl. *G. altissima*,

* Prawdopodobnie chodzi o miejscowość określoną przez Velenovskyego jako Kebedže.

** Poza tym podany dla terenu Rumunii (por. 6) ale nazwy miejscowości przytoczone dla Rumunii pokrywają się z nazwami wymienionymi dla Bułgarii: Balcic si Cavarna.

Hieracium echioides, Helianthemum nummularium, Hyacinthus leucophaeus, Hypericum elegans, Jurinea arachnoidea, Libanotis montana, Potentilla arenaria, Salvia nutans, Silene pseudotites, Scabiosa ochroleuca, Teucrium chamaedrys, Teucrium montanum, Thalictrum uncinatum, T h y m u s c a r n o s u l u s, *Viola saxatilis, Veronica spicata* ii.

Poza Żabokrukami znaleziono ten gatunek na gipsach koło Chocimierza, noszących nazwę Horodyszcze przy ekspozycji SW. w mieszanym zespole:

Avenetum Besseri-Stipetum capillatae-Caricetum humilis o następującym składzie florystycznym:

Avena Besseri 1—3, *Stipa capillata* 2—5, *Carex humilis* 1—4, *Festuca sulcata* 2—3, *Koeleria gracilis* 2, *Poa sterilis* 1, *Adonis vernalis, Allium montanum, Alsine setacea, Asperula glauca, Astragalus, austriacus, Astragalus onobrychis, Bupleurum falcatum, Campanula sibirica, Centaurea Marschalliana, Euphorbia Gerardiana, Gypsophila fastigiata* wzgl. *G. altissima, Hypericum elegans, Jurinea arachnoidea, Ranunculus pseudovillarsii, Salvia nutans, Silene pseudotites, Teucrium chamaedrys, Teucrium montanum, Thymus Marschallianus,* T h y m u s c a r n o s u l u s, *Trifolium lupinaster, Veronica spicata* i i.

Ponadto występuje również na skałach gipsowych, w okolicy osady Derenek, określanych nazwą Ihrowyszcze, przy ogólnej ekspozycji NWWN, w zespole mieszanym *Stipetum capillatae-Caricetum humilis,* obok gatunków jak: *Stipa capillata* 3—4, *Carex humilis* 2—4, *Festuca sulcata* 3, *Festuca vallesiaca* 1—2,*Koeleria gracilis* 2, *Poa sterilis* 1, *Poa versicolor* r, *Sessleria Heufleriana* r, *Aconitum eulophum, Allium montanum, Alsine setacea, Anthericum ramosum, Anthyllis polyphylla, Artemisia inodora, Asperula cynanchica, Asperula glauca, Astragalus austriacus, Astragalus onobrychis, Campanula sibirica, Centaurea Marschalliana, Centaurea ruthenica, Dictamnus albus, Erysimum exaltatum, Euphorbia Gerardiana, Euphorbia gracilis, Geranium sanguineum, Gypsophila fastigiata* wzgl. *G. altissima, Hieracium echioides, Hyacinthus leucophaeus, Inula ensifolia, Iris aphylla, Jurinea arachnoidea, Libanotis montana, Polygonatum officinale, Silene otites, Teucrium chamaedrys, Teucrium montanum, Thesium intermedium,* T h y m s c a r n o s u l u s, *Verbascum phoeniceum, Veronica spicata* ii.

Jak z podanych list florystycznych wynika, *Thymus carnosulus* występuje jako składnik dwu zespołów: *Avenetum Besseri i Stipetum capillatae.*

Pierwszy z nich ograniczony wyłącznie do terenów niezlodowaconych, uchodzić może za starszy historycznie w porównaniu z drugim, którego szerokie rozpowszechnienie (jakkolwiek nie w tym samym składzie florystycznym) także na terenach zlodowaconych, wskazywałby na wiek młodszy.

Z którym z tych zespołów jest *Thymus carnosulus* pierwotnie związany trudno rozstrzygnąć z absolutną pewnością.

Sam fakt występowania tego gatunku na Podolu pokuckim a więc terenie istniejącym jako ląd od trzeciorzędu, a w ciągu trwania dyluwjum niezlodowaconym, wskazywać by mógł na poważniejszy wiek. Mogłyby o tym świadczyć, w pewnej mierze, dysjunkcje, o ile mają one uzasadnienie historyczne a nie są wynikiem niedokładnego zbadania terenu lub wyniszczenia stanowisk pośrednich na skutek działalności człowieka itp.

Należy jednak podkreślić, że dzisiejsze stanowiska *Thymus carnosulus* położone tuż nad pobrzeżem Morza Czarnego mogły, w pewnej mierze ulec transgrecji dyluwialnej, stąd mogą być wieku późniejszego.

Za nadesłane okazy *Thymus carnosulus* Velen. z Gebeže, składam podziękowanie p. B. Achtarow, dyr. Instytutu botanicznego, Bułgarskiej Akademii Nauk w Sofii.

LITERATURA

1. Koczwara M., Thymus odoratissimus, nowy składnik flory Polski, Kosmos, 1927.
2. Boissier E., Flora orientalis, 1879.
3. Fedczenko B. A. — Flerow A. F., Flora europejskoj Rossi, 1910.
4. Velenovsky J., Flora bulgarica, 1891—1898.
5. Stoianoff N. — Stefanoff B., Flora na Błgaria, 1925.
6. Prodan J., Flora pentru determinarea si descrirea plantelor ce cresc in Romania, 1923.

RÉSUMÉ.

L'auteur informe qu'on trouve en Podolie pocutienne (les environs d'Obertyn) sur les roches de gypse, l'espèce *Thymus carnosulus* Velen. dans les asociacions steppiques: *Avenetum Besseri* et *Stipetum capillatae*.

Kilka nowych odmian i mieszańców Populus alba L.

Some new varieties and hybrids of Populus alba L.

BUGAŁA WŁADYSŁAW

Kórnik

Instytut Badania Drzew i Lasu

(wpł. 16. II. 51 r.).

Populus alba L. odzancza się, podobnie jak i inne gatunki topoli, dużą zmiennością, która dotyczy zarówno jej cech morfologicznych jak również fizjologicznych. Na terenie jej zasięgu geograficznego, a nawet tylko na niewielkiej części zasięgu jakim jest teren Polski spotkać można szereg form, które mniej lub więcej wyraźnie różnią się między sobą budową liści, pączków, ukształtowaniem korony (układem gałęzi), formowaniem pnia itd. Znaczne różnice istnieją niewątpliwie w szybkości wzrostu różnych typów topoli białej oraz w ich wymaganiach glebowych, wilgotnościowych i klimatycznych. Ostatnie różnice natury fizjologicznej są trudniejsze do zauważenia niż wymienione poprzednio różnice morfologiczne. Posiadają one jednak doniosłe znaczenie dla leśnictwa i powinny być przedmiotem badań i doświadczeń ze strony leśników. Prace selekcyjno-hodowlane mają tu rozległe pole działania i winny zdążać do wyszukania typów wartościowych dla uprawy topoli. Zwykle pewne odchylenia i różnice morfologiczne idą w parze z pewnymi właściwościami fizjologicznymi. Dzięki tego rodzaju korelacjom można posługiwać się w pracach selekcyjno-hodowlanych także cechami morfologicznymi.

Obok licznych form i odmian topoli białej często spotkać można na terenie naszego kraju mieszańce z pokrewną jej osiką (*P. tremula* L.). Naturalnym mieszańcem tych dwu gatunków jest opisywana często w literaturze dendrologicznej i leśnej *xP. canescens Sm.*, którą nazywa się u nas topolą szarą.

xP. cenescens należy traktować i rozumieć jako nazwę zbiorową dla licznych form i typów mieszańców, które w naturze powstały i ciągle powstają dzięki krzyżowaniu się ze sobą nie tylko *P.alba* i *P.tremula*, ale także na skutek krzyżowania się tych mieszańców z gatunkami wyjściowymi, to znaczy z topolą białą i osiką. Tym sposobem powstał pomost form pośrednich między *P. alba* i *P. tremula* łączący je ze sobą. Jedne z nich zbliżają się więcej do topoli białej, inne podobne są do osiki. Są i takie, które noszą wybitnie pośredni charakter i właśnie te są opisywane w literaturze pod nazwą *xP. canescens Sm.* Systematyka i nomenklatura całej grupy mieszańców *P. alba* x *P. tremula* nie zostały dotychczas należycie opracowane.

Zgodnie z międzynarodowymi zasadami nomenklatury botanicznej mieszańce określa się dwuwyrazowym terminem łacińskim i w odróżnieniu od czystych gatunków nazwę poprzedza znak „x" (np.*xP. rogalinensis*, *xP. berolinensis* itd.). W wypadku jednak kiedy mamy do czynienia z grupą mieszańców jednakowego pochodzenia określanych nazwą zbiorową (np. *xP. cenescens* — mieszańce *P. alba* x *tremula)*, względnie kiedy mieszańce są wynikiem krzyżowania się ze sobą nie czystych gatunków botanicznych, lecz blisko ze sobą spokrewnionych odmian, a także mieszańców, i wobec tego różnice między nimi są bardzo nieznaczne, wtedy określać je można potrójnym terminem łacińskim — identycznie jak czynimy to z odmianami czy formami gatunków, z tą różnicą, że przed nazwą dajemy znak „x". Np. *xP. canescens* var. pyramidalis — ponieważ jest to mieszaniec z grupy *xP. canescens.*

Opisywaną przeze mnie w dalszym ciągu niniejszej pracy topolę rogalińską można by również oznaczyć potrójną nazwą — *xP. canescens* var. *rogalinensis,* ponieważ należy ona do grupy mieszańców *P. alba* x *tremula,* jednak ja zastosowałem dla niej, tak jak uczynił to już Wróblewski, podwójną nomenklaturę, ponieważ różni się ona dosyć wybitnie wieloma cechami od *xP. canescens.* W synonimice podaję nazwę potrójną.

W Europie znane są powszchnie liczne mieszańce *P. nigra* L. względnie jej odmian *(P. nigra* var. *italica* du Roi, *P. nigra* var. *plantierensis* Schn. *P. nigra* var. *betulifolia* Torr.) z czarną topolą północno-amerykańską—*P. deltoides* Marsh. Dotychczas określało je się zwykle zbiorową nazwą *xP. canadensis* Moench. Jednak poszczególne formy tych mieszańców wydzielane były również i opisywane pod osobnymi, podwójnymi nazwami (np. *xP. serotina Hartig.*, *xP. regenerata* Henry itd.). Zagadnienie prawidłowej nomenklatury tych mieszańców jest bardzo podobne jak

wśród grupy *xP. canescens*, przeze mnie omawianej. Rehder wprowadził dla tzw. topoli kanadyjskich, czyli euro-amerykańskich mieszańców topoli czarnych, potrójną nomenklaturę przyjmując jako wspólną ich nazwę *xP. canadensis* Moench. (np. *xP. canadensis* var. *serotina* Rehd., *xP. canadensis* var. *regenerata* Rehd.). Houtzagers natomiast jest zwolennikiem nomenklatury podwójnej, która jest praktyczniejsza, bo krótko brzmi oraz określa dokładnie i w sposób prosty typ odnośnego mieszańca. (Np. *xP. serotina* Hartig, lub *xP. regenerata* Henry). Zarówno nomenklatura Rehdera jak i Houtzagersa są zgodne z międzynarodowymi zasadami imiennictwa botanicznego.

Podobnie więc mieszańce *P. alba* x *tremula* można określać tylko nazwą podwójną, jednak w takim wypadku dla zaznaczenia ich systematycznej przynależności wskazanym jest podać w synonimie również nazwę potrójną.

Praca niniejsza ma na celu opisanie dwóch nowych odmian *P. alba* oraz dwóch mieszańców z grupy *xP. canescens*. Mieszańce zostały znalezione i sprowadzone do Kórnika przez A. Wróblewskiego, który zwracał szczególną uwagę na zmienność wśród naszych rodzimych gatunków topoli i zgromadził na terenie Arboretum w Kórniku szereg form topoli czarnej *(P. nigra L.)*, białej *(P. alba L.)* oraz liczne mieszańce *P. alba* x *tremula*. W literaturze opublikował Wróblewski tylko opisy *xP. fredroviensis* i *xP. rogalinensis*, bez podania jednak ich łacińskiej diagnozy, która od 1 stycznia 1935 r. jest nieodzownym warunkiem, aby podana przez opisującego nazwa oraz jednostka systematyczna nią określana stały się powszechnie w nauce przyjęte. O licznych innych formach i mieszańcach wspomina Wróblewski ogólnie lub podaje tylko ich fotografie.

Populus alba L. var. angustifolia var. nova.

A typica Populo alba differt valde angustatis foliis in ramulis. Lamina foliorum 7—8 cm longa et 4—5 cm lata. Petiolus 4—7 cm longus. Omnia folia in arbore distincter angustata. Arbores tantum femineae, usque ad 25 m altae.

Investa mense Iulio 1947 in ripa lacus in Kórnik ad Poznaniam (Polonia), in silva appelata Zwierzyniec.

W lipcu 1947 roku zwróciło moją uwagę kilka drzew topoli białej, które rosną nad brzegiem jeziora Kórnickiego w lesie zwanym Zwierzyniec. Wszystkie odznaczały się wyraźnie zwężonymi blaszkami liściowymi. Liście na długopędach są normalnie trójklapowe

jak u *P. albą.* Korona u wszystkich drzew szeroka, rzadko ugałęziona, luźna, zbudowana z cienkich stosunkowo konarów, pokrytych gładką, szaro-białą korowiną. Znalezione przeze mnie okazy *P. alba* var. *angustifolia* są to drzewa około 50-letnie. Wydają liczne odrośla korzeniowe, których liście są zupełnie podobne do *P. alba.* Jeden młody okaz *P. alba* var. *angustifolia* rośnie na terenie Arboretum w Kórniku. Został tu z pewnością posadzony przez A. Wróblewskiego, który jednak w swoich notatkach o topolach nic o nim

Fig. 1. *Populus alba* var. *angustifolia.*

nie wspomina. W inwentarzu Arboretum figuruje pod nazwą *P. alba* var? Podobnie jak i okazy ze stanowiska w lesie nad jeziorem Kórnickim jest drzewem żeńskim. Męskich drzew *P. alba* var. *angustifolia* nie spotykałem. Kwiaty i owocostany niczym nie różnią się od *P. alba.*

Populus alba var. marcrophylla var. nova.

Altae árbores usque ad 35 m altitudinis et 150—180 cm lato trunco. Habitus compactus, densiramulus. Truncus rectus, glaber. Cortex in trunco fuscescenter cinereus, non profunde fissus. Ramuli duorum et trium annorum crassi, grisei. Gemmae florum ovoideae, tomentosae, 5—6 mm crassae, 8—10 mm longae.

Fig. 2. *Populus alba var. macrophylla.*

Folia in turionibus trivalvae, 25 cm longa, 25 cm lata, rigida, crassa, subtus argenteo-albo tomento tecta. Folia in ramulis etiam rigida et crassa, 10—12 cm lata, 12—15 cm longa, supra fuscescenter viridia et lucentia, infra metallico argenteo tomento tecta. Margo folii laminae inaequaliter, crasse dentatus. Petiolus 9—10 cm longus, compressus albe tomentosus. Autumno ante defoliationem folia

coloris citrino-lutei. Arbores tantum masculae. Flores idem ac apud P. albam sed multo maiores. 12 adultae arbores huius populi existunt in Arboreto in Kórnik. Exemplaria firma ad 35 m alta. Truncus maximi eorum 178 cm latus. Mense Augusto 1949 inveni in vico Wirty in Pomerania 2 arbores P. albae quae hic descriptae varietati marcrophyllae simillimae sunt.

Na terenie Arboretum w Kórniku rośnie 12 potężnych drzew białej topoli, które budową korony i uformowaniem pnia oraz niezwykłymi wymiarami liści zwracają na siebie szczególną uwagę. Wróblewski pilnie obserwował je od pierwszych chwil pobytu w Kórniku. Był on przekonany że nie jest to zwykła *P. alba.* W III Roczniku Polskiego Towarzystwa Dendrologicznego, na stronie 18 zamieszczona jest fotografia tychże topoli. Wróblewski uważał je wówczas za *xP. canescens Sm.*, o czym świadczy podpis pod ilustracją oraz dokładny ich opis botaniczny pod nagłówkiem *xP. canescens.* W kilka lat później Wróblewski uznał te topole za odmianę *P. alba* i w najnowszych spisach inwentarzowych Arboretum Kórnickiego z roku 1943 figurują one jako *P. alba* var. *glabrifolia* Wróbl. Są to potężne drzewa, 28—35 m wysokie. Korona wybitnie różni się od topoli białej tym, że jest zwarta, gęsta i złożona z grubych konarów odbiegających od pnia pod kątem 35—23^0 (u *P. alba* około 40^0). W zwarciu drzewa tworzą proste, równe i gładkie pnie o średnicy do 1,8 m, pokryte płytko bruzdowaną, ciemno-szarą korą. Grube konary oraz pień w górnych partiach są gładkie, szaro-białe.

Pączki kwiatowe kuliste, bardzo duże, 5—6 mm grube i 8—10 mm długie, pokryte szaro-białym kutnerem.

Liście długopędów bardzo duże, 15—25 cm długie i szerokie, grube i skórzaste, pokryte od spodu srebrzysto-szarym kutnerem, trójklapowe, jak u typowej *P.alba.* Ogonek liściowy również pokryty kutnerem, tępo spłaszczony. Na krótkopędach liście również znacznie większe niż u typowej *P.alba,* 12—15 cm długie i 10—12 cm szerokie, grube i skórzaste, wierzchem ciemno zielone i błyszczące, spodem o metalicznym, srebrzystym połysku. Brzeg blaszki grubo, nierównomiernie ząbkowany. Ogonek liściowy 9—10 cm długi, pokryty kutnerem, tępo spłaszczony. Jesienią liście przybierają wspaniałe, cytrynowo-żółte zabarwienie. Bardzo ciekawą właściwością odznaczają się liście po opadnięciu na ziemię. W mokrym stanie ich dolna powierzchnia przybiera odcień ciemno-granatowy o metalicznym połysku. Na tę cechę zwrócił już uwagę Wróblewski.

Spotykałem tylko męskie egzemplarze. Budowa kwiatów nie różni się od *P.alba.*

Poniżej podaję główne cechy, które różnią tę odmianę od typowej *P.alba:*

1. Zwarta i z grubych konarów zbudowana korona osadzona na prostym i gładkim pniu.
2. Znacznie większe wymiary liści i pączków.
3. Liście po opadnięciu na ziemię przybierają po dolnej stronie (w mokrym stanie) ciemno-granatowy odcień o metalicznym połysku.

P.alba var. *macrophylla* odznacza się dużymi zaletami jako drzewo ozdobne, ponieważ wydaje bardzo mało odrośli korzeniowych, dorasta imponujących rozmiarów i buduje bardzo regularną koronę. Jej liście nie cierpią od rdzy, a jesienią, kiedy przebarwią się na kolor cytrynowo-żółtawy stanowią prawdziwą ozdobę drzewa. Jako drzewo użytkowe-leśne rokuje duże nadzieje. Specjalnie dodatnimi cechami z punktu widzenia leśnego są: szybki wzrost, formowanie prostych, bezsęcznych pni nie atakowanych przez hubę oraz odporność na rdzę topolową *(Melampsora* sp). Powyższe zalety są dostatecznymi podstawami do tego, że zasługuje ona na bliższe poznanie i dokładniejsze opracowanie.

xPopulus canescens Sm. var. *pyramidalis* hybr. nova.

Arbor compacta, pyramidalis. Truncus rectus et glaber. Cortex claroviridis. In Arboreto in Kórnik existunt 3 arbores, 14—16 m altae, trunco lato 32 cm. Origo ignota.

Turiones viride grisei parce arachneideo tomento tecti. Gemmae foliorum non multum pilosae, fuscescenter brunneae, 6—7 cm longae, acuto apice. Adultiores ramuli nudi, grisei. Gemmae florum magnae, crassae, 10—12 mm longae, 6—8 mm crassae, claro-brunneae.

Folia in turionibus bis, acute dentata, 6—8 cm lata, 5—7 cm longa supra fuscescenter viridia, glabra, infra griseo tomento vestita. Petioli 3—4 cm longi. In ramulis folia late-ovata, 4—7 cm lata, 5—7 cm longa. Apex acutus. Basis rotundata vel subcordata. Margo laminae inaequaliter, bis, acute dentata. Folium supra lucidum, fuscescenter viride, infra claro viride, inlucidum, glabrum. Petiolus 5—7 cm longus, firmiter compressus, glaber.

Arbores tantum masculae. Amenta florum 6—7 cm longa. Stamina 10—12. Folia in arbore restant viridia usque ad defoliationem, Edidit surculos.

Fig. 3. *Populus canescens* var. *pyramidalis*, d — liście długopędów, k — krótkopędów.

xP.canescens var. *pyramidalis* znaleziona została przez Wróblewskiego i do Kórnika sprowadzona około roku 1930. W żadnych zapiskach Wróblewskiego nie spotkałem wzmianki o jej pochodzeniu. W spisach inwentarzowych Arboretum Kórnickiego widnieje pod nazwą *Populus* sp.

3 drzewa około 20-letnie rosną na wilgotnej, murszowatej glebie, nad brzegiem bagnistego stawku. Obecnie mierzą one około 15 m wysokości i 30—35 cm pierśnicy.

Najbardziej charakterystyczną cechą tej topoli jest zwarta, wąsko stożkowata i bardzo regularnie zbudowana korona. Gałęzie na pniu tworzą dosyć prawidłowe okółki i odbiegają pod ostrym kątem. Pień jest prosty i gładki. Korowina tylko tuż nad ziemią spękana, ciemno-szara, wyżej gładka, zielono-szara.

Długopędy zielonkawo-szare, nagie lub pokryte szarym kutnerem. Pączki stożkowate, szaro-brunatne, skąpo kutnerowate, przylegające. 2- i 3-letnie gałązki ciemno-szare. Pączki kwiatowe duże, pękate, zwykle nagie, kasztanowato-brązowe, błyszczące, krótko zaostrzone, 10—12 mm długie i 6—8 mm grube.

Fig. 4. *Populus canescens* var. *pyramidalis.*

Liście bardzo podobne do *xP.canescens.* Na długopędach szeroko jajowate, grube i sztywne, wierzchem nagie, błyszczące, ciemnozielone, spodem pokryte pajęczynowato-szarym kutnerem. Wierzchołek krótki, ostro zakończony, podstawa zaokrąglona lub płytko sercowata. Brzeg podwójnie, ostro ząbkowany. Na krótkopędach liście skórzaste, ciemno-zielone, owalne lub jajowate, 8—12 cm długie (łącznie z ogonkiem) krótko zaostrzone, nagie, ostro, podwójnie ząbkowane. Ogonek liściowy 5—7 cm długi, cienki, silnie bocznie

spłaszczony przez co liść ustawicznie drży podobnie jak u osiki. Jesienią liście nie przebarwiają się lecz zielone opadają z drzewa. Rdzy nie ulega, lub tylko w małym stopniu.

Wydaje odrośla korzeniowe, z których można ją mnożyć. Z sadzonek drzewnych ukorzenia się bardzo trudno, natomiast z korzeniowych łatwo. Znam tylko drzewa męskie.

Regularna i wąska korona oraz zdrowe, ciemno-zielone ulistnienie czynią tę topolę wartościowym drzewem ozdobnym. Może mieć również znaczenie dla leśnictwa, ponieważ tworzy prosty, nierozgałęziający się pień. Rośnie dobrze na bardzo mokrych stanowiskach, nawet z wodą okresowo stagnującą.

xPopulus rogalinensis (Wróbl.):
Synonyma: *xP. canescens* var. *rogalinensis* hybr. nova.

Arbores tantum femineae, 18—20 metralis altae, trunco usque ad 30—60 cm lato, cortice fuscescenti cinereo, longitudine non profunde fisso. Altioribus trunci partibus cortex glaber cinereo-viridis. Habitus patulus ramis pendulis et flexilibus, similiter ac apud Populum Simonii Carr. Ramuli juveniles (turiones) teretes, olivaceo-virides, glabri vel parce fuscescenti tomento tecti. Rami glabri, grisei.

Fig. 5. *Populus rogalinensis.*

Gemmae foliorum ovato-lanceolatae tenuiter tomentosae, brunneae. Gemmae florum ovato-obconicae, idem brunneae, et griseiter tomentosae, 4—5 mm crassae, 7—8 mm longae.

Lamina foliorum in turionibus ovalis cum tribus indistinctis valvis, 8—10 cm lata, 10—15 cm longa, apice longo et acuto, basi leviter cordata, margine acute sed inaequaliter dentato, supra colora viridis, infra fuscescenti tomento tecta. Petiolus 5—7 cm longus, compressus et fuscescenter tomentosus. Lamina foliorum in ramulis abbreviatis, oblongiter ovalis, 4—7 cm lata, rigida, supra fusce viridis, lucea subtus claro viridis, inlucens, glabra. Basis lata cuneata vel rotundata, apex brevis, acutus. Margo inaequaliter dentatus. Petiolus imprimis longus (8—10 cm), glaber et valde a latere compressus.

Amenta 8—12 cm longa. Axis amentorum pilosella. Bracteae flabellato-laciniatae, brunneae, sericeo-hirtellae, caducae, circa 2 mm latae et 4 mm longae. Discus oblique turbinatus, 1—2 mm profundus. Ovarium piriforme, circa 3 mm longum, viride. Stigmata saepissime 2. Amenta fructifera 12—15 cm longa. Semina maturescunt in tertia decadae mensis Mai.

xP. rogalinensis format multos surculos. Libentissime crescit in ea Viscum album.

Probabiliter hybridus P. tremula x alba. Inventa a Wróblewski in Rogalin prope Posnaniam (Polonia) in ripa Warthae fluminis anno 1928. Quattuor arbores existunt in Arboreto in Kórnik.

xP.rogalinensis jest bardzo ciekawym typem mieszańca, pośrednim między *xP.canescens* i *P.tremula,* jednak różniącym się od nich wybitnie wieloma cechami, które podaję poniżej.

Mieszaniec ten został znaleziony przez A. Wróblewskiego nad Wartą w Rogalinie w roku 1928. W III Roczniku Polskiego Tow. Dendr. Wróblewski opisuje go, lecz tylko po polsku, pod nazwą *xP.rogalinensis.* Przypuszcza, że jest to mieszaniec naturalny *P.tremula* x *alba* lub może *P.tremula* x *canescens.*

W roku 1929 zostały posadzone 3 drzewa *P.rogalinensis* w Arboretum Kórnickim, które obecnie mierzą 18—20 m wysokości i 45 cm pierśnicy. (średnica pnia na wysokości piersi). Odznaczają się bardzo charakterystyczną budową korony, która mocno przypomina *P.Simonii* Carr. Jest szeroka, luźna, złożona z wiotkich, zwisających gałęzi. Pień pokryty gładką, zielono-szarą korą, która u jego nasady pęka podłużnie i przybiera ciemno-szare zabarwienie. Bardzo znamiennymi cechami tej topoli są: — wybijanie licznych odrośli korzeniowych i częste występowanie jemioły, którą rzadko spotykamy u *P.alba* i *P.tremula* oraz u *P. canescens.*

Długopędy u *xP.rogalinensis* pokryte są w czasie wegetacji szarym kutnerem, który w miarę ich wzrostu zanika, tak że zimą są już zupełnie gładkie, oliwkowo-zielone z drobnymi, pomarańczowymi przetchlinkami. Pączki liściowe słabo kutnerowate, brunatne, stożkowate. Kwiatowe pączki kulisto-stożkowate, również brunatne i skąpo kutnerowate, 4—5 mm grube i 7—8 mm długie. U *P.alba* pączki i długopędy pokryte są srebrzysto białym, obfitym kutnerem, natomiast u *P.tremula* zawsze gładkie.

Fig. 6. *Populus rogalinensis.*

Blaszka liściowa na długopędach szeroko-jajowata z trzema niewyraźnymi klapami, 8—10 cm szeroka i 10—15 cm długa, cienka, z długim, zaostrzonym wierzchołkiem i płytko sercowatą podstawą. Brzeg blaszki nierównomiernie ząbkowany. Wierzch jasno zielony

tylko u młodych liści pokryty szarym, nietrwałym kutnerem zanikającym w miarę wzrostu liścia, spód pajęczynowato-szaro kutnerowaty. Ogonek liściowy 5—7 cm długi, lekko spłaszczony, również kutnerowaty.

U *P.alba* blaszka liściowa długopędów jest zawsze wyraźnie trójklapowa, spodem pokryta srebrzysto-białym kutnerem. U *P.tremula* liście na długopędach i odroślach korzeniowych są szeroko sercowate o brzegu pojedynczo, równomiernie ząbkowanym i tylko skąpo owłosione.

Wyrośnięte liście krótkopędów *xP. rogalinensis* są podłużnie-eliptyczne lub podłużnie-jajowate, 4—7 cm szerokie i 6—9 cm długie, nieco skórzaste, wierzchem gładkie, błyszcząco ciemno-zielone, spodem również gładkie, jasno-zielone, bez połysku. W chwili rozwijania na wiosnę i w pierwszych okresach wzrostu liścia blaszka jest z obydwu stron pokryta jedwabistymi, srebrzystymi włoskami. Brzeg blaszki nierównomiernie, grubo ząbkowany. Wierzchołek krótko zaostrzony lub tępy, podstawa szeroko klinowata lub zaokrąglona. Ogonek liściowy szczególnie długi (8—10 cm), cienki i wiotki, tak że liście zwisają wyraźnie z gałązek.

U *P.alba* i *P.canescens* spód liści krótkopędów jest przez cały okres wegetacji pokryty kutnerem, a ich kształt oraz budowa ogonka liściowego nie są podobne do *P.rogalinensis*. Liście tej ostatniej są zbliżone raczej do *P.tremula*, u której jednak są zawsze nagie, blaszka jest owalna, a nie wydłużona i ogonek liściowy nigdy nie osiąga takich rozmiarów.

xP.rogalinensis znana jest tylko w żeńskich egzemplarzach. Kotki 8—12 cm długie. Oś kwiatostanu owłosiona. Przykwiatki brunatne, wachlarzowate, postrzępione, jedwabisto orzęsione, około 2 mm szerokie i 4 mm długie. Zalążnia gruszkowata, około 3 mm długa. Zwykle 2 znamiona. Owocostany 12—15 cm długie, dojrzewają w końcu maja. Kwitnie corocznie i bardzo obficie.

W sierpniu 1949 r. poszukiwałem w Rogalinie tego okazu *xP.rogalinensis*, który znalazł tam Wróblewski. Niestety został on wycięty i dzisiaj rosną tylko wokół pnia małe drzewka, które niewątpliwie pochodzą z odrośli korzeniowych.

W listopadzie 1949 roku mieliśmy wiadomość od C. Heimburgera z Kanady, że *xP.rogalinensis*, którą otrzymał z Instytutu Badania Drzew i Lasu w Kórniku odznacza się bardzo silnym wzrostem i w warunkach północno-amerykańskich wybija się pod tym względem na czołowe miejsce spośród topoli przez niego posiadanych.

Bardzo doniosłe znaczenie może mieć ta topola dla prac hodowlanych, gdyż jak to wykazały dotychczasowe wyniki hodowli prowadzonej przy użyciu jej w Kórniku cechuje ją wybitna zdolność krzyżowania się z odległymi systematycznie gatunkami jak np. *P. nigra italica.*

LITERATURA

(Bibliography)

1. Briquet John. International Rules of Botanical Nomenclature adopted by the International Botanical Congresses of Vienna, 1905, Brussels, 1910 and Cambridge, 1930.
2. Houtzagers G. Het Geslacht Populus in Verband met Zijn Beteekenis voor de Honttelt — Wageningen, 1937. Die Gattung Populus und ihre fortsliche Bedeutung (Deutsche Übersetzung von W. Kemper — Hannover, 1941.
3. Jabłokow A. S. Wospitanje i razwiedienie zdorowoj osiny. Moskwa. Leningrad — 1949.
4. Rehder Alfred, Manual of cultivated trees and shrubs — New York, 1947.
5. Wróblewski A. i Wallisch K. Spostrzeżenia aklimatyzacyjno-hodowlane nad topolami — III Rocznik Polskiego Towarzystwa Dendrologicznego, Lwów, 1930.

SUMMARY

In the garden of the Arboretum of Kórnik the late Director A. Wróblewski had gathered many varieties and hybrids of *P.alba* L. collected for years from all parts of Poland. Some of those poplars are worth of a special description, for they differ much from the heretofore known varieties of *P.alba* L. that is *P.alba* var *angustifolia* var nova and *P. alba* var. *macrophylla* var. nova and 2 hybrids — *xP. rogalinensis* hybr. nova and *xP.canescens* var. *pyramidalis* hybr. nova.

P.alba var. *angustifolia* was found in 1947 in the wood on the bank of the lake at Kórnik ad Poznań (Poland) and differs from the typical *P.alba* by its narrower lamina in the short branches.

P.alba var. *macrophylla* is a variety of the white poplar and has large leathery laminae of 10—12 cm breadth and 12—15 cm length. Very characteristical and typical to this var. is the crown which has very compactly formed branches running from the trunk at a sharp angle. 12 of those trees are growing in the Kórnik Arboretum. They all have straight, smooth and sound trunks. The largest specimen is 35 m high and of 178 cm diameter. Only male samples.

xP.canenscens var. *pyramidalis* — very interesting hybrid of the group *xP.canenscens* S m. of a compact pyramidal shape. In Kórnik Arboretum are growing on a marshy, swampy ground 3 trees and are develping very soundly. The characteristic morphologic features are to be found in the Latin description.

xP.rogalinensis — probably a hybrid *P. tremula* x *alba* found by Wróblewski in 1928 at Rogalin on the river Warta ad Poznań. It has a wide, loose crown with large, hanging circular branches. Only female trees. The leaves on short branches narrowed (see the picture) set on long, very compressed petioles. Gives out many root shoots. 20 years old trees are growing on a sandy ground and are 20 m high and 60 cm in diameter.

Wpływ pory roku na różnicowanie się kalusa u Hedera helix in vitro

Influence of seasons on differentiation of callus in Hedera helix in vitro

JADWIGA MOLÈ-BAJER

wpł. 23.III.51

Wstęp i metody.

Stosunkowo mało zbadanym problemem jest proces różnicowania się komórek. Hodowla tkanek roślinnych in vitro daje zupełnie nowe metody i pozwala na dokładniejszą analizę tego zjawiska. Metodą tą posługuje się Gioelli (Gioelli 1938) badając zmiany zachodzące w kulturach kambialnych drzew w ciągu wiosny i lata i analizuje wpływ ciepłej pory roku na różnicowanie się tkanek. Problem różnicowania się tkanek w jesieni i w zimie nie jest jednak dotychczas zbadany; stwierdzono jedynie, że założenie nowej hodowli w zimie napotyka na duże trudności.

Celem pracy niniejszej było prześledzenie różnicowania się tkanek w jesieni i w zimie oraz zbadanie ich genezy w zależności od pory roku.

W tym celu posłużono się techniką organów miękkich, to zn. hodowlą kalusa, co pozwala na obserwacje procesów zachodzących we wszystkich rodzajach tkanek w różnych okresach oraz na wykrycie ewentualnych różnic w ich żywotności i zdolności do wytwarzania nowych komórek.

Jako objektu do badań użyto pędy *Hedera helix*. Hodowlę zakładano według przepisów Gauthereta. Posługiwano się czterema modyfikacjami pożywki polecanej przez Gauthereta (zasadniczy skład pożywki był ten sam, zmienna była ilość sacharozy (20 i 30 g) oraz kw β indolylo-octowego (10^{-8} i 5×10^{-7} g). Jako środowisko kontrolne służyła pożywka z wyciągiem z drożdży browarnianych (wg. White'a). Tkanki przechowywane były w temperaturze 20—21°C; wilgotność powietrza wynosiła 50%.

Każdorazowo szczepiono 200—400 kultur i we wszystkich wynikach brano pod uwagę średnią.

Jako utrwalacza do tkanek używano płynu Navashina oraz utrwalacza Carnoy s'a. Tkanki zatapiano w parafinie i krojono na 15μ. Preperaty barwiono hematoksyliną wg. Ehrlicha oraz fioletem gencjanowym z dodatkiem fenolu.

W celu stwierdzenia zmian w błonach komórkowych (przedwczesne korkowacenie) używano metod mikrochemicznych ($ZnCl_2J$, sudan III).

Morfologia kalusa.

W zależności od pory roku i żywotności zaszczepionego fragmentu pędu *Hedera helix* można wyróżnić kilka typów wzrostu kalusa, co zaznacza się również w jego zewnętrznym pokroju.

W kilka dni po zaszczepieniu pojawiają się na powierzchni przekroju białe komórki, tworzące luźną tkankę; wzrost ich zaznacza się najintensywniej w obrębie miazgi twórczej. Nowo wytworzony kalus, pochodzący prawie ze wszystkich tkanek fragmentu macierzystego (w głównej zaś mierze z kambium) pokrywa z czasem całą powierzchnię przekroju, często przechodząc poza epidermis. Tego rodzaju wzrost zachodzi tylko u okazów najsilniejszych, znajdujących się w optymalnych warunkach rozwoju, które wytwarzają tkankę przyranną w pierwszych dniach po zranieniu (Tabl. I fig. 1).

O wiele częściej ma miejsce druga modyfikacja, polegająca na tym, że jakkolwiek cała powierzchnia pokrywa się początkowo nowymi kamórkami, pierścień w obrębie miazgi formuje się znacznie wyraźniej niż w poprzednim wypadku, rośnie o wiele szybciej od pozostałych tkanek i zalewa całą powierzchnię przekroju. Tworzy się typowy kolbowaty kalus, posiadający mniej lub więcej wyraźne wgłębienie w środku powierzchni pędu. (Tabl. I fig. 2).

Inaczej przedstawia się wzrost u okazów, u których kalus rozpoczyna się wytwarzać nie w przeciągu czasu charakterystycznego dla gatunku i pory roku, lecz nieco później; pojawia się tu wyłącznie pierścień komórek pochodzących z miazgi twórczej. Kalus ten z czasem rozrasta się, nie pokrywa jednak prawie nigdy całej powierzchni i nie wykracza nigdy poza obręb miazgi. (Tabl. I fig. 3).

Wreszcie u okazów najsłabszych można zauważyć pewne „próby“ wzrostu w postaci odosobnionych grudek nowo wytworzonych komórek. Wzrost ten nigdy nie rozprzestrzenia się lecz zawsze zostaje zlokalizowany w tym samym początkowym miejscu.

Podobne zjawiska zmiany typów wzrostu można prześledzić posuwając się od jesieni ku zimie, przy czym typ pierwszy występuje w jesieni, typ trzeci w zimie. Po pewnym czasie wyrastają u niektórych okazów *Hedera Helix* korzenie, pędy lub jedne i drugie. (Tabl. I fig. 2). W ogromnej większości przypadków powstają one ze zawiązków już poprzednio istniejących. Pojawiają się one w różnych miejscach zaszczepionych pędów, zarówno w głębi pożywki jak też i w częściach w niej niezanurzonych. Zostaje tu często zachowana biegunowość to zn., że jeżeli fragment został zaszczepiony w ten sposób, iż jego morfologicznie górna strona pozostaje nią nadal, korzeń rośnie ku dołowi pęd zaś ku górze, jeżeli zaś morfologicznie dolna strona staje się teraz górną, korzeń w początkowych stadiach rośnie ku górze i dopiero potem skierowuje się ku pożywce, a nowy pęd może przez długi czas rosnąć w dół, w agarze. Zjawisko to jest częste, jednak nie powszechne. Należy zaznaczyć, że podczas gdy u pędów biegunowość jest prawie zawsze zachowana, korzenie wykazują większą plastyczność i niejednokrotnie zamiast rosnąć ku górze, kierują się odrazu ku dołowi.

Powstawanie nowych organów z nieróżnicowanej tkanki występuje u *Hedera helix* bardzo rzadko. Zjawisko to zaobserwowano w nieznacznym tylko procencie przy tworzeniu się korzeni; pędów o podobnej genezie nie stwierdzono.

U *Hedera helix* nie występuje zaobserwowane przez G a u t h e r e t a u marchwi zjawisko polaryzacji. W przeciwieństwie do marchwi kalus tu rozwija się najsilniej na górnej powierzchni fragmentu niezależnie od tego, czy morfologicznie górna strona pozostaje nią nadal, czy też nie.

A n a t o m i a k a l u s a.

W pierwszych stadiach hodowli oraz później po kilku przeszczepieniach nowo wytworzone komórki tworzą tkankę zupełnie jednorodną. Komórki te nie są jednak elementami zupełnie niezróżnicowanymi, ich struktura oraz ich charakter mikrochemiczny czynią je czymś pośrednim pomiędzy parenchymą a tkankami merystemastycznymi. Dlatego też G a u t h e r e t określa je jako parynchymę merystematyczną.

Nieco później kalus wytwarza warstwę twórczą o przebiegu mniej lub więcej falistym, która odkłada do wnętrza mało zróżnicowany miękisz z nielicznymi tylko naczyniami, nie połączonymi jed-

nak z resztą naczyń, na zewnątrz zaś tkankę jeszcze bardziej jednorodną, gdzie nie napotyka się prawie nigdy prawdziwych rurek sitowych i komórek towarzyszących.

Jest to ogólny bardzo uproszczony schemat, pod który jednak można podciągnąć wszystkie dotychczas spotykane modyfikacje wzrostu.

U *Hedera helix* nie ma jednolitego typu wzrostu, kalus bowiem w zależności od pory roku kształtuje się rozmaicie. W pewnym uproszczeniu można wyróżnić dwie modyfikacje w tworzeniu się i strukturze tkanki przyrannej, pomiędzy którymi istnieje cały szereg przejść. Są to typ zimowy i normalny (jesień, wiosna).

Należy zaznaczyć, że analizowano tylko wzrost odbywający się mniej lub więcej normalnie t.zn. dążący do pokrycia całej powierzchni przekroju. Nie opracowywano anatomicznie natomiast typu skrajnie zredukowanego.

T y p w z r o s t u w z i m i e. Pierwsze oznaki wzrostu zaznaczają się makroskopowo jako uwypuklenie się, wypychanie rdzenia. Tłumaczą to przekroje podłużne. Miazga twórcza zaczyna wchodzić w stadium intensywnych podziałów, podczas gdy wszystkie inne tkanki pozostają jeszcze nieczynne. Komórki w jej obrębie dzielą się w różnych kierunkach i odpychają tkanki nie dzielące się i utrudniające ich rozprzestrzenianie się; z jednej strony odchylają więc część sitową z drugiej zaś naczyniową, która z kolei wypycha rdzeń. Równocześnie i inne tkanki przygotowują się do wzrostu, który musi zostać poprzedzony przez odróżnicowanie danej partii komórek. Zjawisko to można obserwować w rdzeniu, gdzie w tkance macierzystej w pobliżu przekroju tworzy się warstwa twórcza, złożona z kilku szeregów płaskich komórek (Tabl. I fig. 4).

W stadium nieco późniejszym obserwowano wzrost wszystkich tkanek żywych, jednak intensywność podziałów pozostaje nadal nierównomierna. Najsilniej rozwija się kalus pochodzący z kambium oraz z miazgi korkotwórczej, w ich też obrębie powstaje pewnego rodzaju lokalna miazga twórcza (Tabl. I. fig. 5). W miarę rozwoju kalus ten coraz bardziej rozrasta się, zlewa i pokrywa łącznie z komórkami wytworzonymi przez inne tkanki całą powierzchnię przekroju. Wzrost tego typu jest powolny i stosunkowo regularny, co objawia się w dość prawidłowych kształtach komórek i mało chaotycznym ich rozplanowaniu. Nowo utworzone komórki są małe (takie jak komórki tkanki macierzystej) i nie różnią się zbytnio pomiędzy sobą wymiarami.

Po wytworzeniu nielicznych zaledwie warstw komórek tworzy się już pod powierzchnią warstwa twórcza i ciągnie przez cały kalus, łącząc się nie z kambium jak to ma miejsce u marchwi (G a u t h e r e t 1942, 1945), lecz z fellogenem fragmentu macierzystego (Tabl. I fig. 6). Warstwa ta, złożona z płaskich komórek ustawionych w płaskie szeregi ma przebieg bardzo prawidłowy. Ma ona charakter fellogenu i odkłada nazewnątrz cienkościenne komórki o korkowaciejących jednak następnie błonach. Równocześnie można stwierdzić odkładanie się suberyny na błonach w obrębie samej miazgi twórczej. Odbywa się to prawdopodobnie dopiero wtedy, gdy miazga twórcza przestaje się dzielić i wytworzony kalus już nie wzrasta.

Jest interesujące, że już bardzo wcześnie tworzą się gniazda zdegenerowanych naczyń, zwłaszcza w pobliżu części drzewnej tkanek macierzystych. Naczynia te składają się z kilku członów lub i komórek pojedynczych i tworzą zazwyczaj charakterystyczne gniazda. Odróżniają się one od innych komórek zgrubieniem błon i typową rzeźbą.

Zbliżając się ku okresowi spoczynku, jak już zaznaczono, szereg tkanek traci zdolność podziałów i w wytwarzaniu kalusa biorą udział coraz wyłączniej kambium i fellogen. Obraz w ten sposób wytworzonej tkanki przedstawia fig. 8. Tabl. I.

W z r o s t n o r m a l n y. Wzrost ten różni się już począwszy od najwcześniejszych stadiów od poprzedniego. Wszystkie tkanki fragmentu macierzystego zaczynają wytwarzać równocześnie nowe komórki i to z mniej więcej jednakową intensywnością. Nowo uformowane komórki są duże, większe od komórek tkanki macierzystej. Posiadają one kształty nieregularne i są silnie zwakuolizowane. Podziały następują szybko jeden po drugim we wszystkich kierunkach. Na skutek szybkiego, chaotycznego wzrostu komórki posiadają różne wielkości i są bezładnie rozłożone. (Tabl. I. fig. 10). W stadiach odpowiadających wiekiem pierwszemu typowi wzrostu, gdzie jest już warstwa twórcza całkowicie wykształcona, a odznaczających się silnie rozwiniętym, dużym kalusem, nie ma jeszcze zupełnie śladów, z których możnaby wnioskować o jej powstaniu w niedługim czasie (Tabl. I. fig. 11).

Dopiero stosunkowo bardzo późno zaczynają się różnicować w obrębie kalusa poszczególne pasma i gniazda merystematyczne (Tabl. I, fig. 12, 13). Są one jednak rozrzucone wśród tkanek bez prawidłowości, głębiej lub bliżej powierzchni; na ogół jednak są znacznie głębiej położone niż miazga twórcza o charakterze fellogenu w po-

przednio omówionym typie wzrostu i nigdy nie łączą się ze sobą. Pasma te wytwarzają ku dołowi, względnie w wypadku pierścienia ku wnętrzu, gniazda zdegenerowanych naczyń (Tabl. I, fig. 9, Tabl. II. fig. 15). Zdarza się jednak także, że naczynia są odkładane na zewnątrz od miazgi.

Komórki kallusa podobnie jak komórki fragmentu macierzystego zawierają druzy szczawianu wapnia.

Oba typy wzrostu różnią się więc od siebie zasadniczo. Głównym czynnikiem wywołującym odmienne kształtowanie się kalusa jest niewątpliwie różna szybkość wzrostu, spowodowana najprawdopodobniej porą roku.

Fizjologia wzrostu.

Od dawna wiadomo, że czas, w którym zaczyna na powierzchni przekroju pojawiać się nowa tkanka, zależny jest od techniki, którą się posługiwano, przede wszystkim zaś od gatunku rośliny. Zazwyczaj większa część zaszczepionych fragmentów zaczyna wytwarzać kalus już w pierwszych dniach po założeniu hodowli i w tym samym czasie, to też na tej podstawie można w przybliżeniu określić liczbę rosnących kultur. Tym też posługiwano się przy obliczaniu % okazów rosnących i czasu ich wyrastania.

Z badań nad wzrostem kalusa u *Hedera helix* okazało się, że czas pojawiania się nowej tkanki zależy od miesiąca szczepienia i ulega w ciągu roku dużym wahaniom, co wynika z załączonej tabeli oraz wykresu I.

Czas szczepienia	Czas wyrastania	Ilość dni
27.IX.49	4.X.49	7
24.X.49	31.X.49	7
12.XI.49	21.XI.49	9
19.XI.49	28.XI.49	9
24.XI.49	5.XII.49	11
3.XII.49	17.XII.49	14
12.XII.49	27.XII.49	15
19.XII.49	5.I.50	17
15.I.50	—	—
3.II.50	23.II.50	20
18.II.50	27.II.50	9
3.III.50	13.III.50	10
22.III.50	31.III.50	9
23.IV.50	30.IV.50	7

Szybkość pojawiania się kalusa utrzymuje się przez miesiące jesienne na równym poziomie, po czym następuje w listopadzie i w grudniu dość raptowny spadek, prowadzący do stanu zupełnego spoczynku w styczniu. Powrót do stanu czynnego i z tym związanej zdolności wytwarzania tkanki przyrannej następuje stosunkowo szybko; już w lutym wytwarza się kallus i to po krótkim czasie dziewięciu dni.

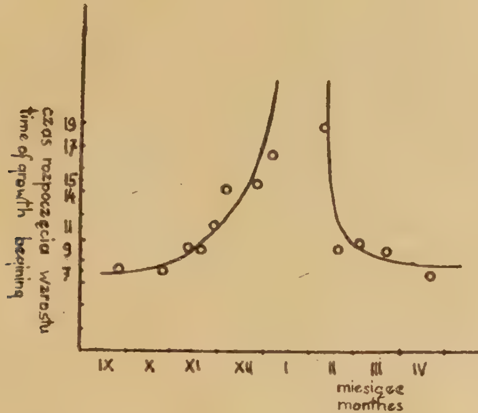


Fig. 1. Czas rozpoczęcia wzrostu kultur w zależnosci od miesięcy
Time of growing cultures in different seasons

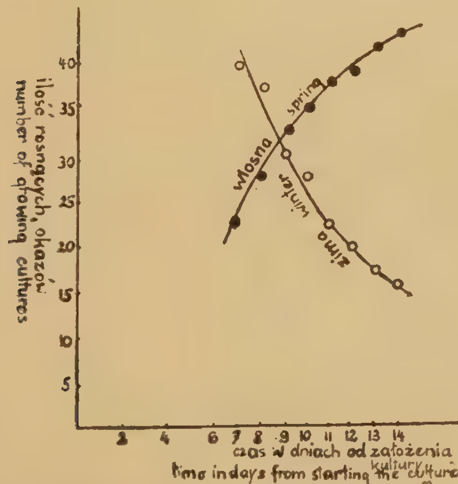


Fig. 2. Ilość rosnących kultur od czasu założenia hodowli (w dniach) w zależności od pory roku
The number of growing cultures (in days from starting the culture) in different saesons.

W parze z porą roku idzie też zmniejszenie się, względnie wzmaganie żywotności nowo wytworzonej tkanki. Wynika to z wykresu, który pokazuje zdolność do wytwarzania kalusa w zależności od pory roku. Zdolność ta jest zupełnie inna wczesną jesienią i wiosną niż w zimie. W pierwszym wypadku w miarę upływu czasu coraz więcej kultur zaczyna rosnąć, podczas gdy w zimie z okazów wyrosłych w pierwszych dniach pozostaje przy życiu coraz mniejsza ilość — nowe nie wyrastają, a rosnące obumierają. (stąd inne nachylenie krzywych wzrostu zimowego i wiosennego).

Wpływ pory roku zaznacza się również na ilości rosnących okazów oraz na czasie odkładania korka. Procesy te są mniej więcej do siebie równoległe, co ilustruje poniższe zestawienie oraz wykresy 3 i 4.

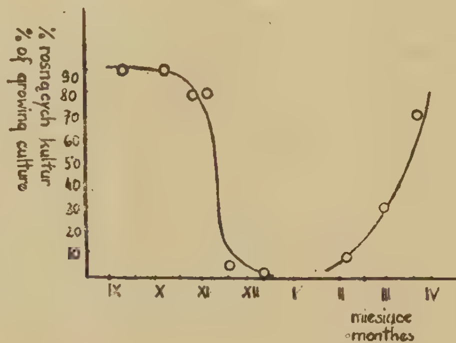


Fig. 3. % rosnących kultur w zależności od miesięcy.
% of growing cultures in different saesons.

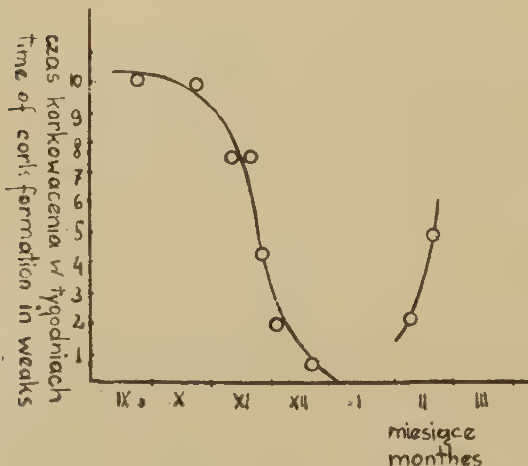


Fig. 4. Czas korkowacenia kultur w zależności od miesięcy.
The time of cork formation on cambium during the year.

Analogicznie jak przy czasie wyrastania kalusa w zależności od pory roku następuje tu także dość gwałtowny spadek i szybkie wznoszenie się w górę, co odnosi się zarówno do % rosnących kultur jak i do szybkości korkowacenia.

Stosunki panujące przy kształtowaniu się tkanki przyrannej w ciągu roku wykazują pewne podobieństwo do zjawisk zachodzących przy tworzeniu się kalusa na przestrzeni szeregu dni. W zależności od czasu pojawiania się kalusa pochodzi on ze wszystkich tkanek zaszczepionego fragmentu, względnie jest pochodzenia wyłącznie kambialnego, a w końcu jest wytworzony tylko przez partie miazgi. W związku z tym idzie zanik żywotności i wczesne korkowacenie.

Czas szczepienia	% rosnących	Czas korkowacenia
27.IX.49	90	2 miesiące
24.X.49	90	2 miesiące
12.XI.49	80	1,5 miesiąca
19.XI.49	80	1,5 miesiąca
24.XI.49	25	1 miesiąc
3,XII.49	5	2 tygodnie
19.XII.49	3,5	kilka dni
15.I.50	0	—
18.II.55	10	1 miesiąc

Wykresy obrazujące % rosnących okazów i korkowacenie w zależności od pory roku są bardzo podobne, prawie że równoległe. Wskazuje na to fakt, że miarą żywotności nowo utworzonych tkanek w czasie różnych pór roku może być zarówno % rosnących okazów, jak i czas ich korkowacenia. Procesy te muszą być więc ze sobą ściśle powiązane, co objawia się w tym, że czym tkanka później korkowacieje, tym jest bardziej żywotna i vice versa.

Dyskusja.

Przyczyny procesu różnicowania się komórek są najczęściej nieznane. Metodą fizjologiczną badań nad tym problemem jest właśnie hodowla tkanek in vitro. Jest to możliwe dlatego, ponieważ istnieje antagonizm pomiędzy podziałami, a różnicowaniem się komórek. Wytwarzanie skrobii, taniny oraz innych produktów w czasie intensywnego wzrostu ustaje, a nawet zanika chlorofil. Przeciwnie zaś wstrzymanie wzrostu pobudza niejako zdolności wytwórcze komórek, które teraz produkują chlorofil, skrobię i inne produkty metabolizmu.

W czasie różnych pór roku i w zależności od nich zdolność różnicowania się komórek jak też i kierunek tych procesów ulega zmianom.

Pierwsze tego rodzaju badania wykonał G i o e l l i (G i o e l l i 1938). Wykazał on, że w kulturach kambialnych drzew zachodzą zależnie od pory roku wybitne różnice w kształtowaniu się nowych tkanek. Fragmenty kambium zaszczepione na wiosnę różnicują się słabo w przeciwieństwie do lata, kiedy dyferencjacja następuje bardzo szybko, tworzy się system elementów przewodzących i kultura przestaje się rozwijać.

Zachowanie się tkanek w czasie późnej jesieni oraz zimy pod tym względem nie zostało zbadane. Metoda stosowana przez G i o e l l e g o nie mogła dać pełnych wyników, ponieważ pozwalała na zbadanie zachowania się tylko tkanki jednego rodzaju i to tkanki najbardziej żywotnej i posiadającej nieograniczone zdolności różnicowania się. Dopiero hodowla typu organów miękkich umożliwia zbadanie tych procesów dla wszystkich rodzajów tkanek.

Badania nad *Hedera helix* wykazują, że można tu wyróżnić trzy fazy rozwoju od późnej jesieni do wiosny.

Pierwsza z nich przypada na okres między wczesną a późną jesienią i jest analogiczna do fazy wiosennej. Występuje tu zupełnie normalny wzrost kalusa w mniej więcej jednakowej mierze ze wszystkich tkanek. Przez długi czas nowo wytworzona tkanka pozostaje jednorodna i żywotna. Jest to wynikiem szybkiego wzrostu nie pozwalającego na różnicowanie się komórek. Zdolność dzielenia się posiadają tu przez długi okres prawie wszystkie nowowytworzone komórki, w fazach zaś późniejszych tworzy się duża ilość pasm i gniazd merystematycznych nierównomiernie rozłożonych. Na skutek ich działalności tworzy się kalus o nieregularnych kształtach.

Drugi okres obejmuje wczesną zimę i wczesną wiosnę. Kalus wytwarza się, lecz przy produkowaniu go główną rolę odgrywa kambium i fellogen (inne tkanki również współdziałają lecz w małej mierze). Szybko następuje różnicowanie się to zn. odkładanie się korka na nowo wytworzonych komórkach. Tendencja ta odzwierciadla się w anatomii kalusa, gdzie nowo wytworzona miazga twórcza łączy się z fellogenem tkanki macierzystej i sama posiada charakter fellogenu.

Trzecią fazą jest okres zupełnego zastoju wzrostu — okres spoczynku. Trwa on stosunkowo krótko (styczeń). Pomiędzy tymi fazami istnieją ciągłe przejścia.

Nie wszystkie tkanki są jednakowo żywotne. Najdłużej i najbardziej czynne jest kambium. Również długo zachowuje zdolność wzrostu fellogen. Żywotność kambium widać także w tym, że wzrost zimowy, w którym bierze udział właściwie tylko kambium, wykazuje analogię ze wzrostem normalnym lecz u tych okazów, które najpóźniej rozpoczęły wzrost.

Spoczynek zimowy jest więc spowodowany przede wszystkim zastojem w obrębie kambium.

Resumując wyniki tej pracy z wynikami badań Gioellego można stwierdzić, że w ciągu całego roku działają dwie przeciwstawne tendencje: 1. do szybkich podziałów komórkowych, 2. do różnicowania się komórek. W zależności od pory roku przeważa raz jedna, raz druga. W związku z tym istnieją dwa różne okresy różnicowania się komórek: 1. w lecie występuje tendencja do wytwarzania pędów, 2. w zimie zaś do korkowacenia kalusa. Pomiędzy tymi dwoma okresami istnieją dwa przejściowe okresy intenzywnych podziałów komórkowych, przy czym wytworzony kalus pozostaje przez dłuższy czas niezróżnicowany. Ma to miejsce w jesieni i na wiosnę. Krzywa wzrostu kalusa posiada więc dwa maxima, jest więc krzywą dwuwierzchołkową.

Występuje to niewątpliwie w związku z regeneracją organizmu w lecie, względnie z zabezpieczeniem przed mrozem w zimie. W pewnych okresach granicznych jedna z obu tendencji już, druga zaś jeszcze nie odgrywa roli i wtedy właśnie szybko wyrasta obfity kalus. Jest to być może uwarunkowane ruszaniem soków na wiosnę i magazynowaniem materiałów w jesieni. Odgrywałyby tu więc rolę substancje wzrostowe.

Streszczenie

Hedera helix wykazuje duże wahania roczne we wzroście kalusa. W różnicowaniu się tkanek można wyróżnić trzy fazy:

1. faza szybkiego wzrostu niezróżnicowanej tkanki (wiosna, wczesna jesień).

2. faza powolnego wzrostu z tendencją do odkładania korka (późna jesień, wczesna zima).

3. okres spoczynku.

Praca ta została wykonana w Zakładzie Fizjologii Roślin U. J. Pragnę na tym miejscu podziękować prof. Dr F. Górskiemu za umożliwienie jej wykonania i życzliwy stosunek oraz Dr. J. Czosnowskiemu za cenne wskazówki i liczne chemikalia.

SPIS LITERATURY

Gautheret, R. J. 1942. Manuel technique de culture des tissus végétaux. Masson et C-ie, Paris, str. 150.

Gautheret, R. J. 1945. La culture des tissus, Gallimard, str. 203.

Gioelli, F., 1938. Morfologia, istologia, fisiologia e fisiopatologia di meristemi secondari in vitro. Atti Accad. Sci. Ferrara, 16, 1—87.

White, P. R., 1943. A handbook of plant tissue culture. The Ronald Press Company, N. Y. str. 277.

SUMMARY.

The purpose of this work was to examine the growth and differentiation of *Hedera helix* callus in vitro in autumn, winter and spring.

Gautheret's soft tissue technics were chosen and following results were obtained:

Between autumn and spring in the growth of *Hedera helix* callus, three main phases of developement may be distiguished.

1. The first phase is between early and late autumn and it resembles the spring phase. The growth of the callus is normal and it grows equally (approximately) on all tissues. Grown up tissue remains uniform and alive a long time. It is the result of rapid growth which does not allow the differentiation of the cell. The ability of divisions is retained by all callus cells during a considerable time, and in later stages numerous irregularly spaced meristematic layers are formed. As a result of the activity of these layers irregularly shaped callus grows.

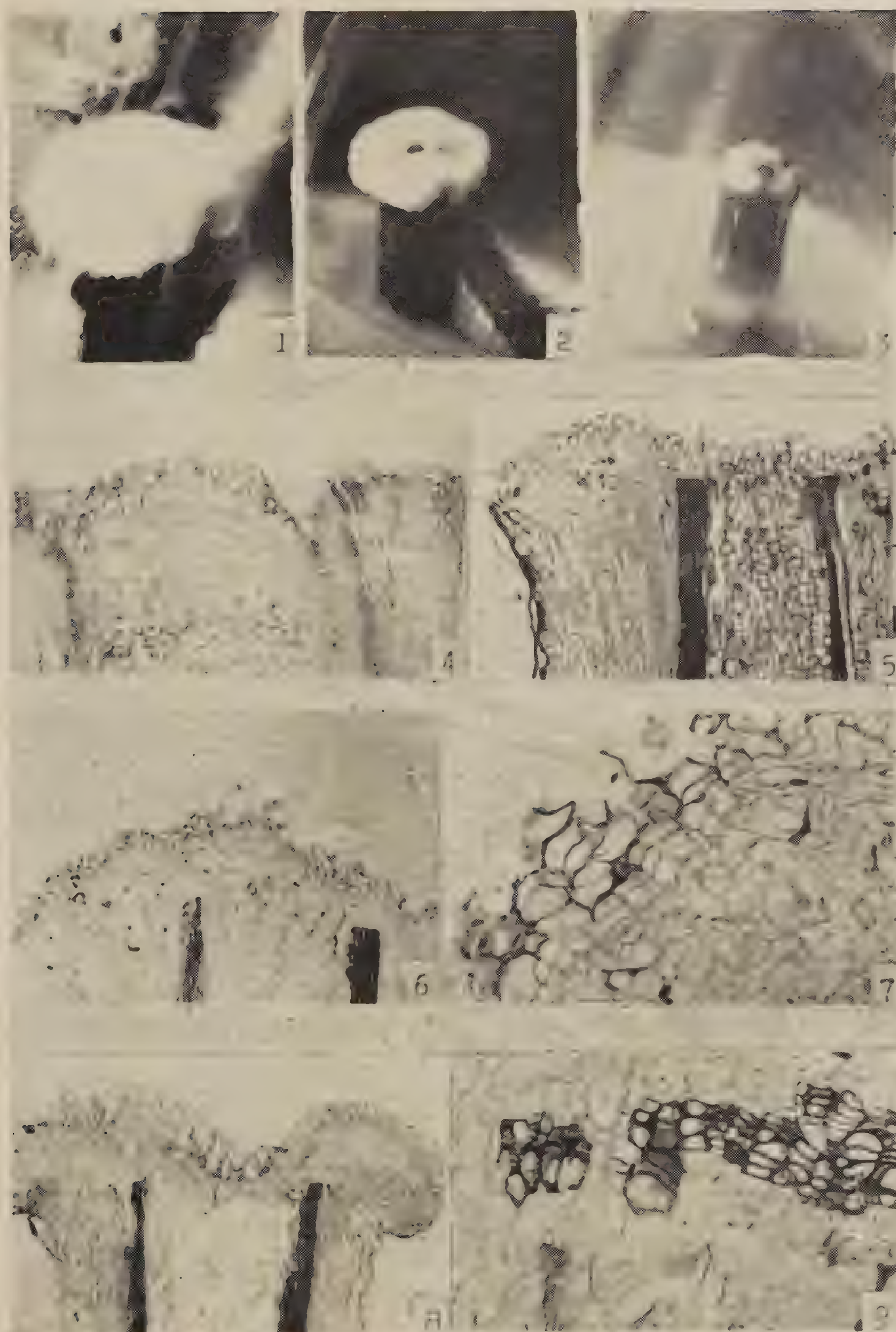
2. The second phase is early winter and early spring. As the result of cambium and phellogen activity callus is formed. The cambium produced resembles phellogen and joins with it.

3. In the third phase growth stops completely, and this is the winter rest. Between these phases there is continuous transition.

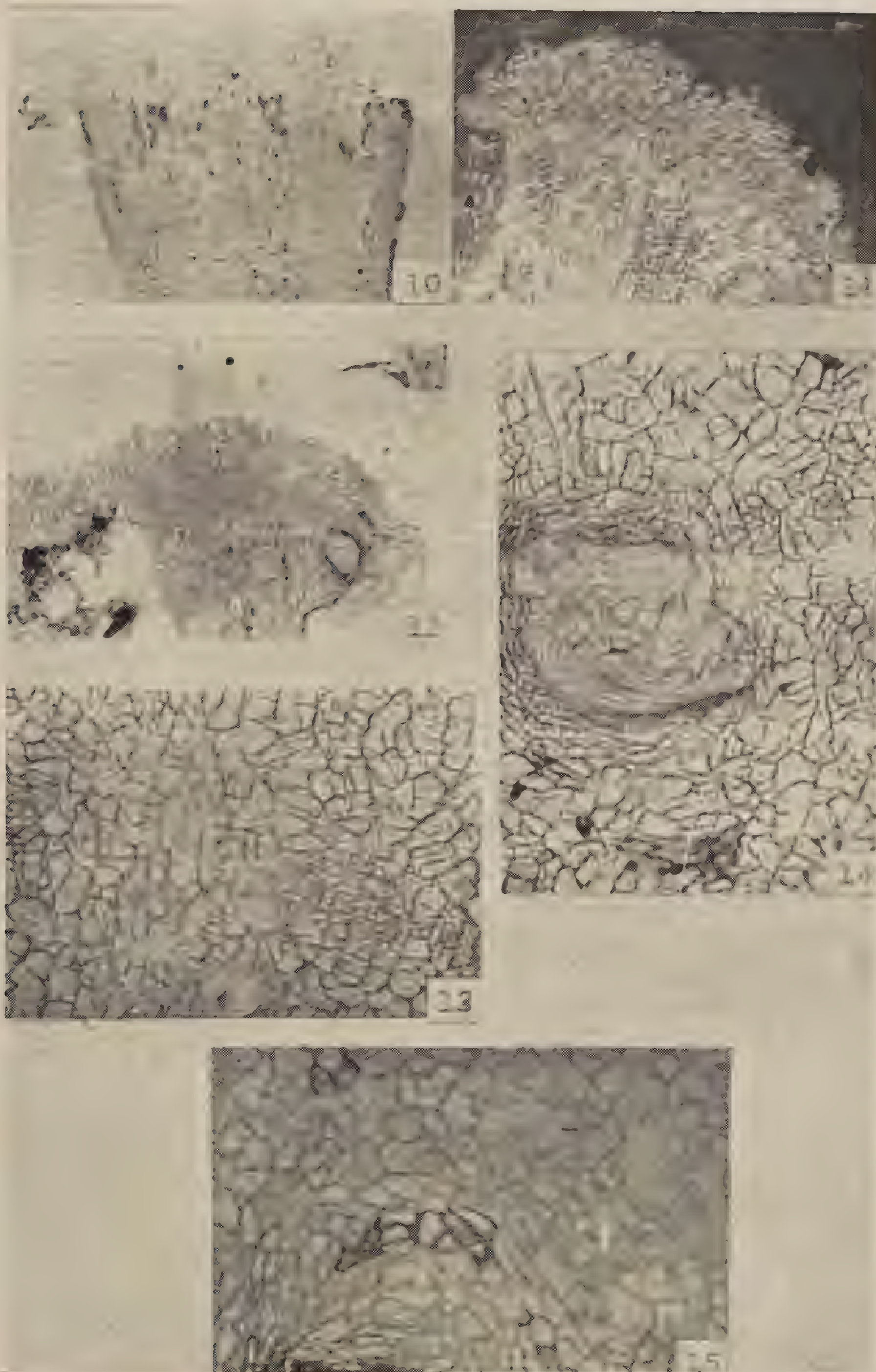
4. Not in all the tissues the vitality is uniform. The activity of cambium last longest and is most pronounced. It was confirmed also that phellogen retains its ability of division a considerable time. Winter rest is caused mainly by lack of cambium activity.

5. A similar periodical activity appears also in the growth of callus i. e. its vitality varies in spring depending on whether the production of callus is normal or slightly retarded.

TABLICA I — TABLE I



TABLICA II — TABLE II



OBJAŚNIENIA TABLIC — EXPLANATION OF TABLES

TABLICA I — TABLE I

Fig. 1. Kallus, który powstał ze wszystkich tkanek w jednakowej mierze.
Callus equally grown from all tissues.

Fig. 2. Kallus, który powstał głównie z miazgi twórczej. Centralna część pędu pokryta cienką warstwą nowoutworzonej tkanki. Widoczny korzeń wyrastający z pędu.

Callus grown mainly from cambium. In central part of the twig thin layer of new tissue. Visible root growing from the twig.

Fig. 3. Pierścień kallusa wytworzony przez kambium.
Callus ring formed by cambium.

Fig. 4. Pierwsze stadium wzrostu zimowego.
First stage of winter growth.

Fig. 5. Drugie stadium wzrostu zimowego.
Second stage of winter growth.

Fig. 6. Trzecie stadium wzrostu zimowego.
Third stage of winter growth.

Fig. 7. Warstwa twórcza o charakterze fellogenu i przez nią wyprodukowane skorkowaciałe komórki.

Mertistematic layers resembling phellogen and cells produced by it. In callus calcium oxalate crystals are visible.

Fig. 8. Przekrój podłużny przez kallus wytworzony prawie wyłącznie przez kambium.

Logitudinal section of callus grown almost exclusively from cambium.

Fig. 9. Grupy nieprawidłowych naczyń.
Groups of abnormal vessels placed near mother tissue.

TABLICA II — TABLE II

Fig. 10. Pierwsze stadium wzrostu normalnego.
First stage of normal growth.

Fig. 11. Drugie stadium wzrostu normalnego.
Second stage of normal growth.

Fig. 12. Trzecie stadium wzrostu normalnego.
Third stage of normal growth.

Fig. 13. Tworzenie się pasm merystematycznych.
Formation of meristematic layers.

Fig. 14. Gniazdo merystematyczne.
Meristematic nest.

Influence of hydration and dehydration on mitosis I.

J. MOLÈ-BAJER

wpłynęło 23. III. 1951.

Introduction

In numerous hypotheses concerning cell division (S c h r a d e r 1946) viscosity phenomena play an important role. To elucidate this problem however few experiments were carried out. B a r b e r (1939) after observing cell division in different temperatures, demonstrated that there is no proportionality between the velocity of chromosome movement in anaphase and the viscosity changes, and concluded that the changes of viscosity have no important influence on the course of anaphase.

M ö l l e n d o r f (1937, 1938, 1938 a) induced changes in viscosity of chick embryo cells with liquefying (KBr, KCl, KJ) and hardening (Na_2So_4, K_3SO_4) salts and examined the time of different stages of mitosis. He demonstrated that the activity of the salts either shortens some stages and prolongs others or prolongs all of them.

No investigations similar to M ö l l e n d o r f's work were undertaken on plant material, and those done by M ö l l e n d o r f do not show mechanism of the increase or decrease in hydration and its influence on the time of different stages of mitosis.

The purpose of the present work was to find out. whether changes in hydration:

1. influence the time of anaphase,
2. shorten or lengthen the chromosome seperation,
3. cause morphologic changes in cell division.

KNO_3 and $Ca(NO_3)_2$ were used as hydrating and dehydrating agents.

Material and methods.

Staminal hair cells of *Tradescantia virginica* (tetraploid race) from the Botanical Garden of the Jagellonian University were used. Preparations were made according to Bělař (1929). Cell division was observed in sugar (sacharose), KNO_3 and $Ca(NO_3)_2$ solutions. To avoid cells with demixing of cytoplasm („Entmischung" Bělař 1930) observations were started 30 min after preparation. The osmotic pressure of all solutions used — exept the 1, 1,2, and 1,6% solutions of KNO_3 — were the same and equaled the pressure of a 2% water solution of sacharose. It is only in the case of the 1,6% KNO_3 solution that the osmotic pressure exceeded this value slightly. In the case of weak concentrations the solution was strengthen with a suitable quantity of sacharose.

Observations were done at temperatures 19,5° to 22° C. Measurements were done with a Zeiss drawing prism, and from the drawings graphs the chromosome movements were ploted. On the graph the curves of each chromosome group and also the curve of the distance between the two chromosome groups were ploted against time according to a method used by Bajer (1950).

Observations were made on approximately 300 dividing cells. In the Tables however only those cells, in which the division suggested no doubt, were taken into consideration, though others did not seem to disagree with the resuits obtained.

The error in measurements varied in different cells, and might have been caused partly by the difficulties in estimating exactly the level of the equatorial plate in metaphase.

Observations.

Observations of mitosis in staminal hair cells of *Tradescantia virginica* were done both on living and on fixed material by numerous authors (Bělař 1929, Teleżyński 1930, Schneider 1938 and others) and conclusions drawn from results obtained by them often differ considerably.

Observations in sacharose solution.

After formation of chromosomes in prophase, kinetochores of all chromosomes are placed on one side and near each other (Bělař 1929). In metakinesis kinetochores move toward the equatorial plate. The movement is rapid and it is difficult to point out

exactly, the moment of the beginning of the metakinesis, the end of metakinesis, and the beginning of the metaphase. As it is not known whether in staminal hair cells of *Tradescantia virginica* there is a normal metaphase plate (S c h n e i d e r 1938), it is probable that in metaphase kinetochores are not arranged in one plane. It seems that in metaphase all the plate and also the individual chromosomes oscillate irregularly. Plate oscillation was confirmed by H u g h e s and S w a n n (1948) in chick tissue culture.

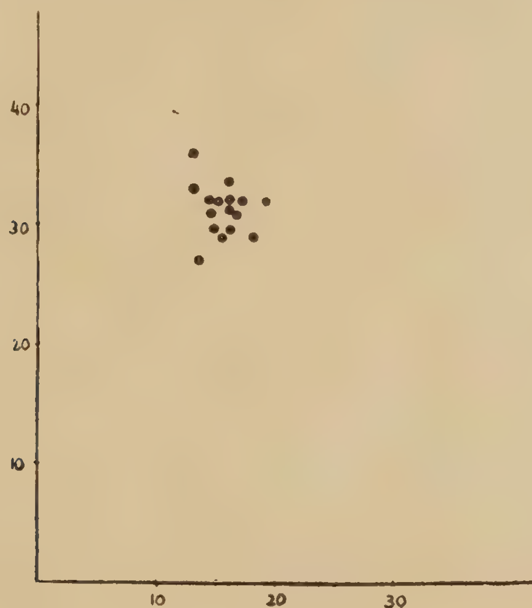
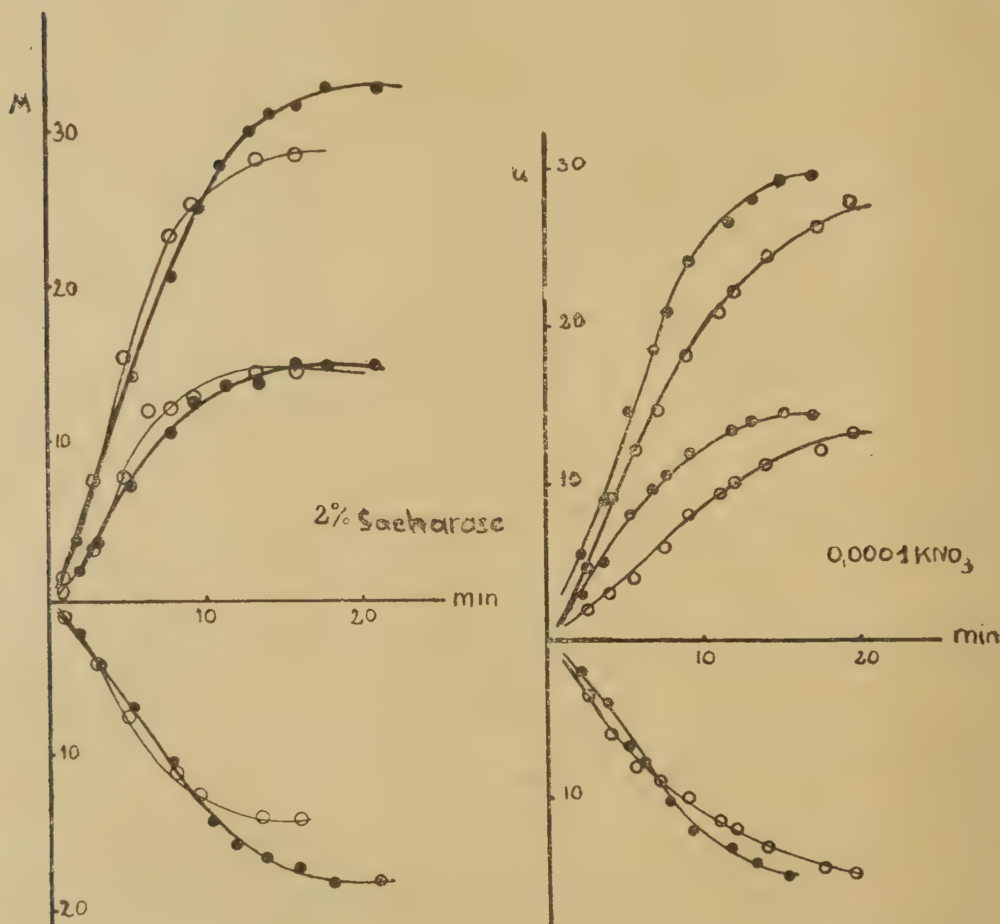


Fig. 1. The dependence between distance travelled by anaphase chromosomes (the maximal distance between the kinetochores of two chromosome groups) and time of anaphase in 16 cells. Abcissa — time in nim., ordinate-distance in μ.

The transition between metaphase and anaphase is abrupt (B a r b e r 1939, B a j e r 1950) and observations of first stages of anaphase are very difficult. In the first stages of anaphase the movement of two groups of chromosomes is very rarely synchronised, which is the consequence of the irregular arrangement of chromosomes in the metaphase plate and the fact, that not all chromosomes in the plate begin to move simultaneously (B a j e r 1951). Later stages of anaphase are much better visible. During the anaphase the kinetochores move to the poles and the arms of individual chromosomes come near each other, in consequence the width of all anaphase chromosome groups dimnishes.

The time of different stages of division in sugar solution is similar to the results obtained in liquid paraffine by Bajer (1950); no prolongation or shortening of some of the stages was confirmed. Contrary facts were observed by Möllendorf (1938) in culture of chick fibroblasts, where a sugar solution prolongates all stages approximately in the same degree.



Figs. 2.—3. Graphs of chromosome movement in 2% sacharose solution and 0,0001% KNO^3. Normal duration of anaphase. Graphs for two cells.

The time of each stage of cell division in liquid paraffine and in sugar solution is not the same in all cells but differs considerably. The limits of this oscillation are the same in both cases and are characteristic for normal cell division (Table I).

In sugar solution as well as in KNO_3 and $Ca(NO_3)_2$ solutions there is no dependence between the time of the anaphase and the maximum seperation of the chromosomes. The lack of this dependence is evident from Figs. 1 and 11.

According to Möllendorf in chick fibroblasts metaphase occurs approximately in the middle of the division. The time of prophase and of resting nucleus formation in telophase is the same. This indicates that the time necessary for a cell to develop from the structure characteristic for interphase, to the structure in mitosis is the same as the time of transition from mitosis to interphase. In *Tradescantia virginica* the time of prophase is much longer than the time of resting nucleus formation. The prophase in staminal hair cells lasts 1,5—3 h while the return to resting nucleur from the moment of cell wall formation lasts approximately half as long. The cell wall is formed within 6—12 mins after the end of anaphase.

Observations in KNO_3 solutions.

To study the influence of hydration change on the time of different stages of cell division and especially on the chromosome movement in anaphase, the course of mitosis was observed in different concentrations of KNO_3. The following concentrations were used: 0,0001; 0,001; 0,01; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,2; 1,6%.

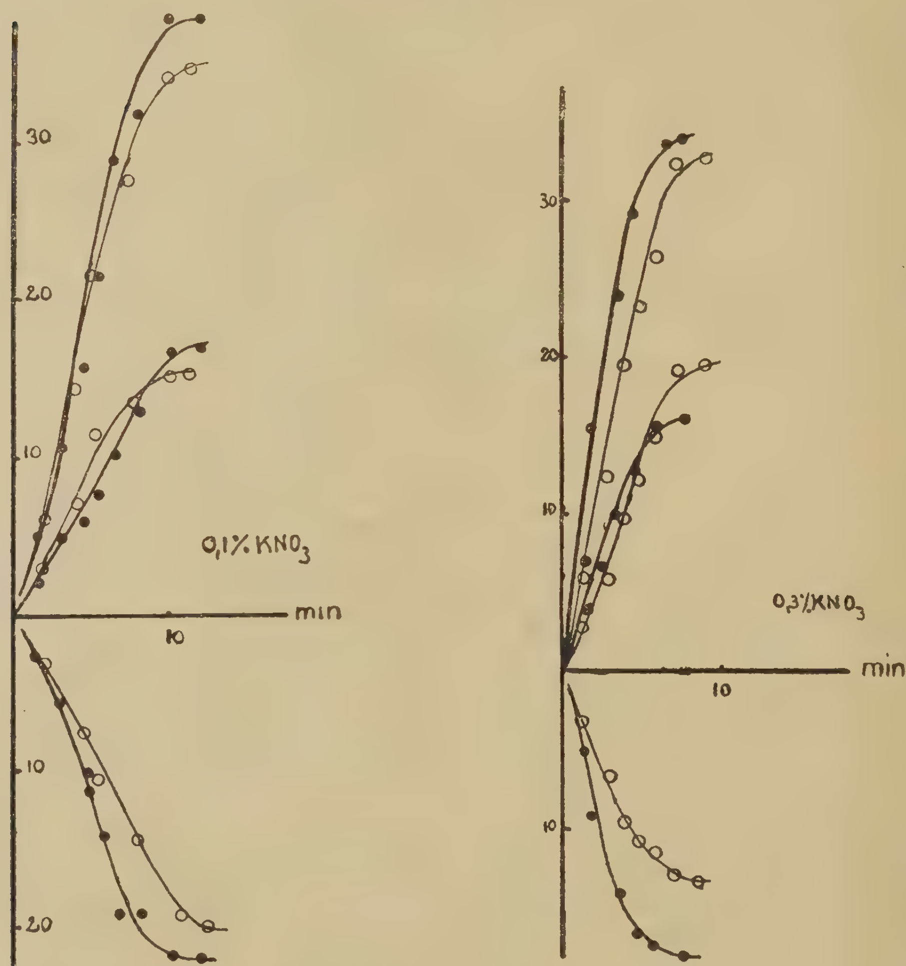
Beginning from 0,1% concentration the refraction coefficient of the cytoplasm decreases, while for chromosomes — in dependence on the stage of mitosis — the coefficient decreases or does not change.

In 0,0001 to 0,5% solutions the cell division is normal. In all concentrations of KNO_3 different degrees of vacuolisation were found. New vacuoles are formed and old ones become larger. The formation of vacuoles was observed in some cases in Bělař's „Stemmkörper" (Bělař 1929) in anaphase.

In a given concentration the duration of different stages of mitosis undergoes characteristic oscillations. The exact data for anaphase are found in Table I.

Influence of K ions on the course of division is marked in very diluted solutions. The 0,0001% solution however does not cause any change in the duration of different stages of division. The course of anaphase which was observed most carefully, is normal without even the slightest disturbances, and the time of anaphase is practically the same as in sugar solution (Fig. 3, Table I).

The influence of 0,0001% concentration of KNO_3 is as follows: 1) the duration of anaphase is shorter, 2) the degree in which the anaphase duration oscillates dimnishes (Table I); the duration of other stages of mitosis most probably does not change.



Figs. 4—5. Graphs of chromosome movement. In 0,1% KNO_3 time of anaphase shortened, in 0,3% KNO_3 shortest anaphase. Graphs for two cells.

In 0,01% solution the time of anaphase is approximately the same as in the case previously described (Table I). It seems however that the metaphases in this concentration are much more numerous than in other solutions. It is not caused by the apparent increase in cell divisions often observed as the consequence of action of factors which check mitosis. Such facts were observed in chick embryo

TABLE I

	Position of cell in hair	Time of metaphase	Time of anaphase in min.	The max. distance between kinetochores in anaphase in μ
2% sacharose solution	1	normal	19,5	35
	2	,,	17	34
	1	,,	18,5	32
	1	,,	19	35
	3	,,	14	31
	2	,,	16,5	29
	3	,,	18	36
	4	,,	18,5	34
	1	,,	16	30
	3	,,	19	37
0,0001% KNO_3 solution				
	2	,,	15	34
	2	,,	16,5	33
	1	,,	16,5	44
	2	,,	17,5	31
	2	,,	17	34
	3	,,	17,5	32
	1	,,	18	29
	1	,,	18,5	30
	1	,,	20	33
	2	,,	21,5	25
0,001% KNO_3 solution				
	1	,,	13,5	32
	2	,,	14	34
	1	,,	14	39
	4	,,	1,5	33
	1	,,	15	32
	1	,,	15	29
	2	,,	15,5	31
	2	,,	15,5	31
	3	,,	16	34
	1	,,	18	33
0,01% KNO_3 solution				
	1	,,	13	33
	2	,,	13,5	32
	2	,,	13,5	27
	1	,,	14,5	32
	1	,,	14,5	31
	1	,,	15	32
	1	,,	15	29,5
	3	,,	15,5	29
	2	,,	15,5	31,5
	1	,,	16	32
	1	,,	16	29,5
	2	,,	16	36
	2	,,	16	31
	1	,,	18	29
	1	,,	19	32

	Position of cell in hair	Time of metaphase	Time of anaphase in min.	The max. distance between kinetochores in anaphase in μ
0,1% KNO_3 solution	1	normal	7,5	36
	1	,,	8,5	35
	1	,,	8,5	32
	3	,,	9,5	37
	1	,,	8,5	32
	2	,,	10	33
	2	,,	10	35
	1	,,	12	36
	3	,,	12	30
	1	,,	12,5	34
0,2% KNO_3 solution				
	1	,,	6,5	32
	1	,,	7	35
	2	,,	7,5	31,5
	1	,,	8,5	34
	2	,,	9	35
	2	,,	9,5	24
	1	,,	10	34
	2	,,	11	32
	1	,,	11	34
	3	,,	11	35
	1	,,	11	34
0,3% KNO_3 solution				
	1	,,	6	32
	2	,,	6,5	30
	1	,,	6,5	30
	2	,,	7	36
	1	,,	8	30
	1	,,	8	32
	1	,,	9	34
	3	,,	9,5	30
	3	,,	11	26
	2	,,	12	32
0,4% KNO_3 solution				
	1	,,	6,5	35
	3	,,	7,5	25
	1	,,	8	31
	2	,,	8	31
	1	,,	9	27
	2	,,	9,5	32
	1	,,	10,5	30
	1	,,	11	30
	2	,,	11	34
	1	,,	8,5	28
0,5% KNO_3 solution				
	2	Prolongated	12	28
	3	,,	13	26
	3	,,	14	31
	1	,,	14	34
	1	,,	15	36
	1	,,	15	35
	1	,,	16	31
	1	,,	16	35
	1	,,	17	30
	1	,,	19	34

	Position of cell in hair	Time of metaphase	Time of anaphase in min.	The max. distance between kinetochores in anaphase in μ
0,6% KNO_3 solution	2	Prolongated	14	38
	1	,,	15,5	32
	1	,,	15,5	34
	1	,,	16	38
	1	,,	17	35
	1	,,	17	36
	2	,,	17,5	31
	2	,,	18,5	31
	1	,,	22	35
0,7% KNO_3 solution	2	,,	15,5	25
	2	,,	17	30
	1	,,	17	32
	1	,,	17	35
	1	,,	18	32
	1	,,	18	29,5
	1	,,	18	30
	2	,,	19,5	30
	2	,,	20	31
0,8% KNO_3 solution				
	2	,,	17	25
	2	,,	18	31
	3	,,	18	36
	1	,,	23	33
	1	,,	24	30
	1	,,	25,5	31
	1	,,	26	32
	1	,,	27	34
	1	,,	28	26
	1	,,	32	34
	1	,,	33	31
	3	,,	45	30
	1	,,	60	30
	1	,,	150	30

tissue culture by M ö l l e n d o r f as a result of butanol action. In the case of *Tradescantia* it seems probable that this concentration is especially suitable — i. e. optimal for the cell division. S p e k (1923 from M ö l l e n d o r f 1937) observed similar facts in *Paramecium* as the result of the action of potassium salts.

In concentration 0,1 and 0,2% the duration of anaphase further dimnishes and anaphase lasts a shorter time than in sugar solution.

The shortening of anaphase duration and the consequent acceleration of chromosome movement reaches its maximum value in 0.3 and 0.4% of KNO_3 solutions. The shortest time of anaphase observed is 5 to 6 min.; this is 3—4 times less than in a 2% sacharose solution (cf. Fig. 5 and Table I).

In the case of increasing concentrations described here, changes in chromosome movement were noticeable. In a 2% sugar solution kinotechores reach within 1—2 min. after anaphase begins their maximal velocity, here on the other hand, it seems that at the very beginning of anaphase the velocity has its maximum value (Figs. 4—5). Similarly in the case of rapidly moving small chromosomes (4 μ/min. the diameter approximately 1 μ) as was observed by H u g h e s and S w a n n (1948) in chick embryo tissue culture — it is at the very beginning of anaphase that chromosomes reach their maximal velocity.

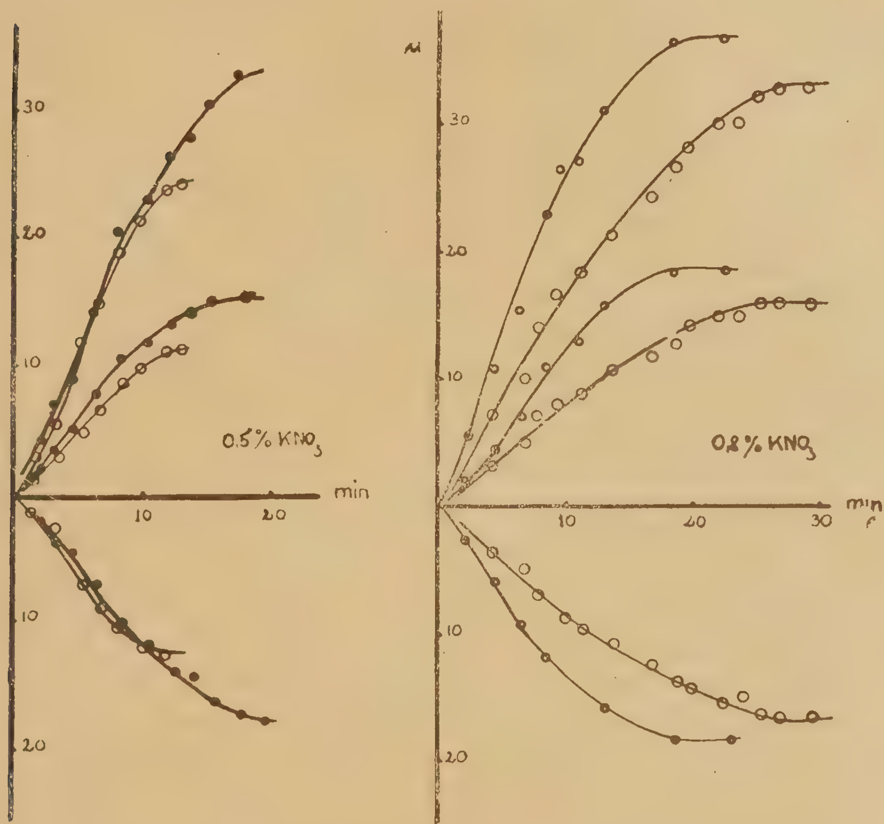
Beginning on the 0,5% solution of KNO_3 these relations change. In comparision to previous solutions anaphase is prolonged, though shortened if compared to anaphase in a 2% sugar solution. The values of anaphase durations are similar to the shorter durations in 2% sugar solution. In this concentration metaphase is also prolonged. These two facts and the much stronger vacuolisation of the cell indicate that this concentration of KNO_3 is not a suitable medium. In this and in stronger concentrations returns from prophase to resting nucleus were also observed. The chromosome movement is shown in Fig. 6, the times of anaphases in Table I.

In 0.6% solution of KNO_3 the duration of anaphase is approximately the same as in mitosis in sugar solutions, and in the 0,7% one the time was prolonged (Table I).

The 0,8% concentration of KNO_3 prolongates metaphases as well as anaphases. The duration of anaphase is usually longer than in normal divisions (Table I, Fig. 7). Numerous prophase nuclei return to the resting stage and the time of anaphase in this concentration

depends approximately on the time of action of this solution. The longer the cell is in solution, the longer is the course of anaphase.

The dependence of the time of anaphase from the different solutions of KNO_3 is represented in Fig. 12.



Figs. 6—7. Graphs of chromosome movement. In 0,5% KNO_3 the time of anaphase is prolongated as compared to Fig. 5; the 0,8% KNO_3 solution causes remarkable prolongation of anaphase. Graphs for two cells.

In 1% solution of KNO_3 almost all prophases and metakineses return to the state of resting nuclei. In some cases the first stages of division were considerably retarded which was followed by the checking of division and oblitering of chromosome shapes. Also some chromosomes were often lost or lagging. Similar facts were observed by Möllendorf (1938) as a result of hyper or hypotonic medium, and were explained by him as the result of disturbances of the division mechanism. In 1% sugar solution in *Tradescantia* other disturbances such as arresting of some chromosomes by the

cell wall and formation of three instead of one cell wall were observed. In the latter case two of the walls were quickly resorbed. W a d a (1934) observed similar disturbances in his micrurgical experiments on the staminal hair cells of *Tradescantia.*

Cells observed in 1,2% KNO_3 solution show slow cytoplasm cyclosis. Refraction coefficients of cytoplasm and chromosomes dimnish, and strong vacuolisation of cells occurs. All mitoses stop after some time an the swelling of chromosomes and cytoplasm follows, until the chromosomes disappear.

The 1,6% concentration of KNO_3 causes quickly mortal changes in cells. Some cells undergo the first kind of demixing which was observed by B ě l a ř (1930) in cells injured by mechanical factors or hypertonosy. The structures of nuclei vanish and a change of the refraction coefficient of cytoplasm is observed. This type of demixing often took place in very young cells. In most cells coagulation of nuclei and of chromosomes, the lack of formation of cell walls in telephase and stopping of cytoplasm streaming could be noticed. It is the second kind of demixing described by B ě l a ř (1930). Similar facts were noticed by M ö l l e n d o r f (1938) in chick tissue culture as a result of hyper or hypotonic medium. In my observations two kinds of demixing are caused by the same factor, i. e. the intermicellar removing of water in consequence of action of the hypertonic medium.

The cytoplasm cyclosis may indicate to some extent whether the cell is in a normal state. The streaming becomes quicker, when the concentration of KNO_3 is strengthened up to a point after which it slows down and stops altogether in strong concentrations.

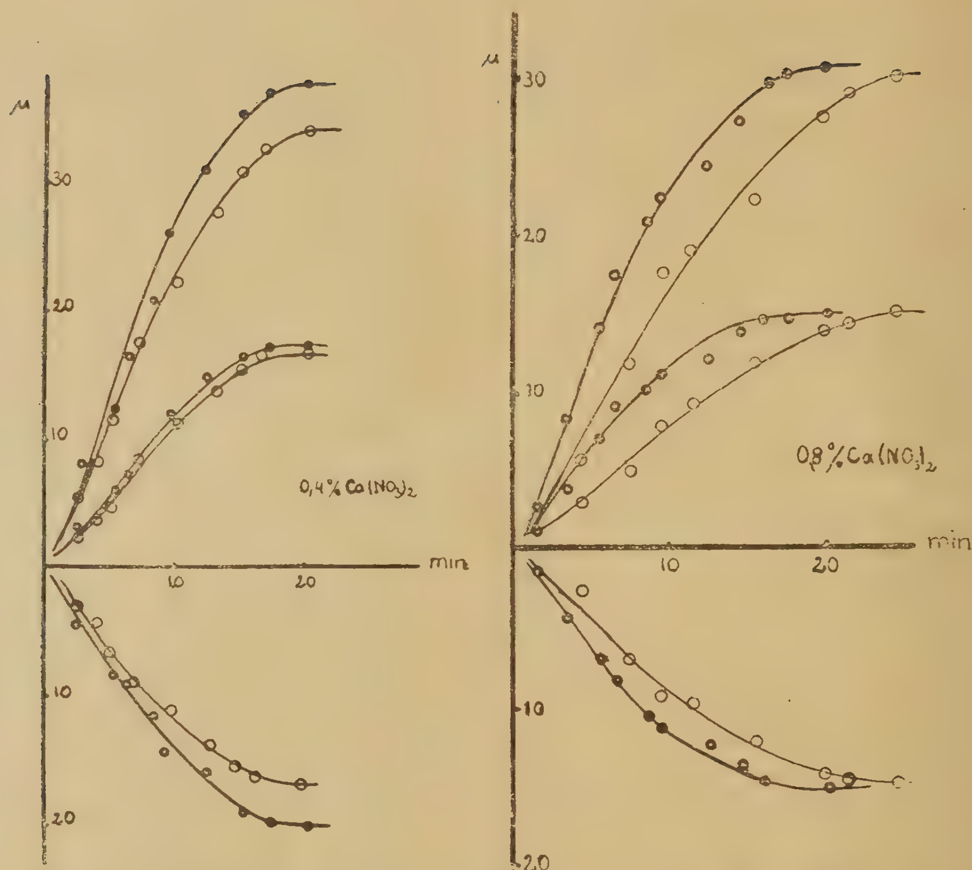
O b s e r v a t i o n s i n $Ca(NO_3)_2$ s o l u t i o n s.

The following concentrations were used: 0,2, 0,4, 0,8, 1, 1,3%. In this case as in the case of KNO_3 the stage of division and the time of acting of the solution were considered.

The changes caused by the action of $Ca(NO_3)_2$ are discernible in dilute (0,2 and 0,4%) solutions and become plainly visible in concentrated ones. In a medium in which Ca ions are present the refraction coefficient of cytoplasm and chromosomes increases and the refraction of chromosomes increases less thant that of cytoplasm. Usually the cytoplasm is more vitrous than in sugar solution, and both the nucleus and the cytoplasm structure becomes better visible. Cytoplasm circulation slows down when the concentration increases.

TABLE II

	Position of cell in hair	Time of anaphase in min.	The max. distance between kinetochores in anaphase in μ
0,1% $Ca(NO_3)_2$ solution	3	16	30
	1	17	36
	1	17	32
	1	17,5	32
	2	18	29
	1	18	32
	1	19	31
	1	20,5	34
	3	20,5	32
	1	21	32
0,4% $Ca(NO_3)_2$ solution	2	16	32
	3	16,5	34
	1	16,5	30
	1	17	34
	2	18	33
	1	19,5	29
	1	20,5	30
	1	20,5	32
	1	21	30
0,8% $Ca(NO_3)_2$ solution	3	17	30
	1	17,5	30
	1	17,5	34
	1	18	30
	1	18	32
	1	18	31
	2	18	32
	2	19	30
	2	19	29
	1	20,5	40
	1	21	32
	3	22	28
	1	23	33
	2	26	30
	1	26	32
	1	26	31
	1	26,5	33
	1	26,5	29
1% $Ca(NO_3)_2$ solution	3	18	35
	1	18	32
	1	18	33
	1	19,5	30
	2	20	30
	1	20	29
	1	23,5	32
	1	23,5	30
	1	24,5	34
	1	25,5	32
	3	19	32
1,3% $Ca(NO_3)_2$ solution	1	19	33
	1	20	31
	1	25,5	30
	2	30,5	40



Figs. 8—9. Graphs of chromosome movement in 0,4 and 0,8% $Ca(NO_3)_2$. 8 — the velocity of the chromosomes similar as in sugar solution. 9 — anaphases prolongated. Graphs for two cells.

In $Ca(NO_3)_2$ solutions most markedly in 0,8% concentration the formation of „Polkappen" was observed. Just before metakinesis kinetochores are on one side of the nucleus, and Polkappen form after the desappearing of nucleus membrane (this moment is very difficult to observe). On two sides of the nucleus two half moon spaces are visible; they are Polkappen (B ě l a ř 1929) with the lesser refraction coefficient than the cytoplasm and nucleus. After their formation they grow quickly in the direction of the poles and at the same time they become fainter. This is the way in which the spindle originates. The difficulties in precising the moment of the desappearing of nuclear membrane does not allow to confirm whether or not in their formation nuclear sap takes place. Metaki-

nesis begins after the formation of Polkappen, and according to Bělař (1929) they are the spaces left by chromosomes moving to the metaphase plate. Most probably however metakinesis is acomplished after at least partial formation of the spindle (Hughes — Schrader 1943, Schrader 1947).

In anaphase in the 0,8% solution of $Ca(NO_3)_2$ the half-spindles are well visible (as a negative). It is necessary to stress that as a rule the spindle is sometimes visible but only in polarised light and after slight dehydration (Schmidt 1937, 1939). In this concentration in late anaphase it was often observed that kinetochores are semicircullarly arranged — concave sides toward the poles. Durations of anaphases are usually similar to those in sugar solution, or even longer (Table II, Fig. k).

In 1% solution the cell division does not differ much from the preceding one. In 1,3% concentration of $Ca(NO_3)_2$ most cells in metakineses and prophases return to the resting stage. Out of 23 cells 17 returned to the resting stage and only in 5 cells mitosis was noted. The time of anaphase does not differ much in comparison to the time in the previous solution. In exceptional cases however cell division with anaphase lasting 30 mins. was observed.

Only strong concentrations of $Ca(NO_3)_2$ solutions affect the cell division. Its prolongating effect on cytoplasm is slight, whereas the changes in division apparatus are very marked. The time of telophase and of cell wall formation does not change.

The action of KNO_3 is much stronger than that of $Ca(NO_3)_2$. Control solutions of KCl and $CaCl_2$ were used to examine the degree in which salts used depend on the cations and anions. The prolongating and shortening action of these salts is the same as the action of nitrates.

Discussion.

Completing data concerning the degree of hydration were obtained from various works on mitosis in plants and animals (Bělař 1929, Wada 1934, Möllendorf 1937, 1938, 1938a, Möllendorf and Ostrouch 1939, Schneider 1938, Schmidt 1937, 1939, Caspersson 1939, 1940 and others).

It appears that all mitosis is characterised by dehydration and hydration processes. All of the water involved in these processes is not derived from within the cell, and its quantity in different parts of the cell changes (Wasserman 1938).

In interphase the viscosity coefficient of cytoplasm is greater than in mitosis and chromosomes are strongly hydrated. In prophase the process of hydration of cytoplasm causes a decrease of the viscosity coefficient. At the same time a part of cytoplasmic water is absorbed by the nucleus, the volume of the nucleus increases and a part of the cytoplasm near it is hydrated (Wasserman 1938). Quantitative studies on volume change of prophase nucleus were made by Schrader (1947). It seems probable that the water absorption by the nucleus is related to the formation of the chromosomes and migration of nucleic acids from the cytoplasm to nucleus (Caspersson 1939, 1940). The processes of chromosome formation are connected with dehydration (Kuwada 1937, Kuwada, Shinke and Nakazawa 1938). „Teilungsraum" (Möllendorf 1938) — i. e. the space in which the formation of the spindle takes place — is hydrated by the water from chromosomes. In a cell two spaces: „Teilungsraum" with low viscosity coefficient and cytoplasm with a higher viscosity coefficient are formed (Möllendorf 1938,a,b).

The next process is the formation of the spindle. In plants the formation of spindle is preceeded by the formation of „Polkappen". In these places the secretion of liquid is presumed. Robyns (after Schneider 1938) maintains that the „Polkappen" are necessary for the formation of the spindle. The spindle is formed of liquid material, though it is an elastic structural gel (Frey — Wyssling 1946). In the process of its formation it becomes rigid; this is acomplished by the change of viscosity of the original substance. This change starts at the pole before reaching the middle of the cell, and resembles the crystalisation, with poles as cristalisation centers (Wasserman 1938, Schmidt 1937a). Numerous authors maintain that the spindle is of tactoid structure, which seems very probable (Östergren 1950).

As „Stemmkörper" is more liquid than the spindle, hydration must take place in anaphase. Some authors (Wasserman 1938) think that the process of hydration of „Stemmkörper" is connected with the destroying of spindle structure. The hydration process begins at the equator and then moves towards the poles. At the same time the viscosity coefficient of cytoplasm increases from metaphase to telophase and reaches its maximum value in interkinesis. In telophase processes of hydration and dehydration cause the protoplasm to have an equal viscosity coefficient.

These facts help to explain the influence of K and Ca ions. Unfortunately no method of quick and manifold measurement of viscosity coefficient of cytoplasm in the same cell so far is known. In my opinion those salt solutions, of which the hydrating and dehydrating influence on cytoplasm is known, cause viscosity changes in cytoplasm and in all division apparatus. In this process other changes — though their influence is small — may be caused. The change of viscosity coefficient as a result of salt action was proved by centrifugation (H e i l b r u n 1932), B r o w n movements (M ö l l e n d o r f 1937), and by the ability of fusion of separate cytoplasm parts (L o r e y 1929).

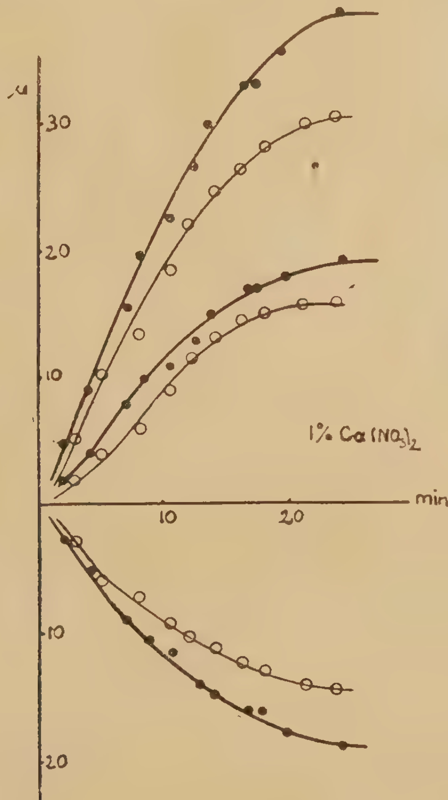


Fig. 10. Graphs of chromosome movement in 1% $Ca(NO_3)_2$ Anaphase considerably prolongated. Graphs for two cells.

According to F r e y — W y s s l i n g (1946) the elements of the first order (Li,Na,K a.s.o.) do not join with cytoplasm in stabile compounds, but only heteropolar bonds are formed, and they

regulate the degree of hydration. The swelling of the cytoplasm is in a great extent dependant on the ions of Hofmeister series. Each cell is in a balanced stage, and when external conditions change, they cause the change of the physical constants of the cell. As K,Ca and Cl play an important role in cells it is characteristic that cells are able to withstand much stronger concentrations of these substances than of other. These elements cause neither death nor pathological changes in concentrations which in the case other elements cause strong demixing or the dying of the cell. If in a medium the amount of one of these elements is excessive, the equilibrium changes. The formation of the spindle depends on the hydration process of the cytoplasm.

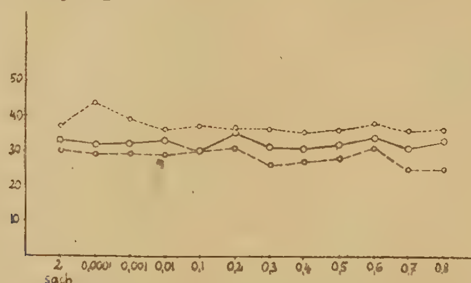


Fig. 11. Dependance of length of chromosome separation in anaphase in 2% sacharose and different KNO_3 concentrations. Concentration change does not influence the distance of chromosome separation. Dotted line — maximal value, continual line — mean value, marked line — minimal value. To the left of 0,1 logarithmic scale, to the right normal. Abcissa sacharose and KNO_3 concentrations, ordinate maximal separation of chromosomes in μ.

Prolongation of metaphase or more exactly of metakinesis in chick fibroblasts is explained by Möllendorf (1937) as being a result of the lack of the spindle formation. In my opinion in this case the action of the spindle becomes impossible. The studies of Hughes and Swann (1948) indicate that there are numerous tries of anaphase and only the last of them is successful. The facts observed in stronger concentrations of KNO_3 in *Tradescantia* may be explained similarly. Strong weaknes of the division mechanism causes the prolongation of metaphase as a consequence of numerous and prolonged tries of anaphase. It is difficult to establish whether this is the prolongation of metakinesis or the metaphase; it seems however that the reason lies in more serious changes in cytoplasm structure than the shortening of the time of anaphase. The present work indicates that anaphase is especially susceptible to the changes of hydration caused by potassium. The shortening of the

time of anaphase is the result of acceleration of movement mechanism; the velocity of chromosomes increases and the maximal seperation does not change (Fig. 11). The strengthening of concentrations shortens anaphase and strong concentrations stop it alltogether. The changes of time in dependence of different concentrations of KNO_3 are shown in Fig. 12.

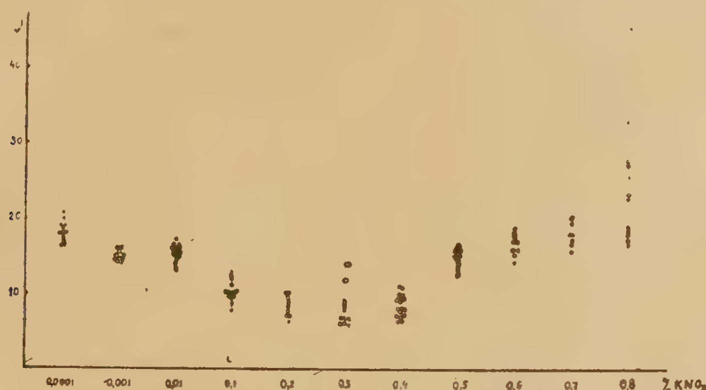


Fig. 12. Dependence of time of anaphase on KNO_3 concentrations. To the left of L logarithmic scale, to the right normal. Changes of time of anaphase

Most probably the prolongation of anaphase in strong concentrations of KNO_3 is caused by pathological changes, strong loosening or even partial destroying of the spindle structure. As a result of liquefying the spindle is not able to play its role in anaphase. If it is assumed that the structure of the spindle is tactoidal, the changes in chromosome movement may be explained by F r e y — W y s s l i n g's theory of submicroscopic structure of cytoplasm. According to the tactoid hypothesis the spindle is build of long polypeptide chains. Between the groups of polypeptide chains of gel — tactoids, there is a substance with liquid properties.

The basis of movement is always the structural gel. When the concentrations increase the viscosity coefficient between tactoids decreases, the viscosity resistance dimnishes and the movement is accelerated, which is due to the normal action of movement mechanism. Strong liquefaction also loosens polypeptide chains — i. e. the fibers causing the chromosome movement (C o r n m a n n 1944) — the movement apparatus is affected and the movement is retarded. In very strong concentrations of KNO_3 (1, 2, 1,6%) the structure is destroyed and the movement stops. It is well known that when the viscosity coefficient dimnishes considerably the structure of the cy-

toplasm is destroyed and all movement stops. For instance under action of high pressure the viscosity coefficient dimnishes and „in liquefied cytoplasm all plasma flow has stopped not only the creeping motion of amoeba cell but also the rotation in Elodea cells“ (F r e y — W y s s l i n g. 1946 p. 119). Cytoplasm being a sol and having no structure, is not able to move, as structure according to F r e y — W y s s l i n g is the physical basis of the movement. It is probable that in the case of chromosome movement highly liquefied cytoplasm causes the breaking of bonds and stops all movement. In the light of these considerations Fig. 12 also represents the degree of plasma desorganisation.

Contrary to the K ions the influence of Ca ions is dehydrating, and in stronger concentrations of $Ca(NO_3)_2$ the Ca ions prolongue the anaphase and finally stop it altogether.

In normal conditions in cytoplasm K and Ca ions are in equilibrium and act as regulators. If there is a lack of one of these elements, disturbances in cells are observed. For instance the lack of potassium in marine animal eggs causes disturbances in the course of anaphase.

SUMMARY.

1. The influence of different concentrations of KNO_3 (0,0001 to 1,6%) on the time of anaphase was examined. In dilute solutions the time of anaphase is shortened (min. time in 0,3% KNO_3) and in concentrated solutions (to 0,8%) it is prolonged.

2. The shortening of the time is a result of an accelerated chromosome movement while the maximal separation in anaphase does not change.

3. In solutions of KNO_3 the refraction coefficient of cytoplasm and chromosomes decreases. In stronger concentrations numerous prophases and metakineses return to resting nuclei.

4. The influence of $Ca(NO_3)_2$ in 0,2 to 1,3% solutions was examined. In the 0,8% concentration and in stronger ones the anaphase is prolonged.

5. In $Ca(NO_3)_2$ solution the refraction coefficient of cytoplasm and of chromosomes increases. „Polkappen“ and the spindle are often observable. In the 1,3% solution most of the prophases and metakineses return to resting nucleus.

6. The dependence of the chromosome movement on the degree of hydration of the cytoplasm by K and Ca ions indicates that changes occur in the submicroscopical structure of the spindle.

This work was carried out in the Institute of Plant Physiology of the Jagellonian University in Cracov. In conclusion I wish to thank the Head of the Institute Prof. Dr F. Górski for enabling me to carry out this investigation. I am also very sincerely gratefull to Prof. Dr H. Teleżyński, the Director of the Institute of Plant Anatomy and Cytology of Wrocław University for his most valuable help and criticism.

REFERENCES

Bajer, A., 1950. Electrical forces in mitosis I. Acta Soc. Bot. Pol. 20, 709—738.

Bajer, A., 1951. Studies on spindle and chromosome movement. Acta Soc. Bot. Pol. 21, 91—111.

Barber, H. N., 1939. The rate movement of chromosomes on the spindle. Chromosoma I pp. 33—50.

Bělař, K., 1929. Beiträge zur Kausalanalyse der Mitose. II. Arch. Entw.-Mech. 118. pp. 359—484.

Bělař, K., 1929. Beiträge zur Kausalanalyse der Mitose. III. Zeitschr. Zellforsch. Bd. 10. S. 73—134.

Bělař, K., 1930. Über die reversible Entmischung des lebenden Protoplas mas. Protoplasma. Bd. 9. pp. 209—244.

Caspersson, T., 1939. Über die Rolle der Oxyribonukleinsäure bei der Zellteilung. Chromosoma. I. pp. 141—156.

Caspersson, T., 1940. Eiweissverteilung in den strukturen des Zellkerns. Chromosoma I. pp. 562—604.

Cornmann, I., 1944. A summary of evidence in favour of the traction fiber in mitosis. Amer. Natural. 78. pp. 410—422.

Frey-Wyssling, A., 1938. Ultrastruktur des Plasmas und der Plasmaprodukte. Arch. Exper. Zellforsch. Vol. 22. pp. 475—480.

Frey-Wyssling, A., 1946. Submicroscopical morphology of protoplasm and its derivatives. Elsevier. N. Y. pp. 263.

Frey-Wyssling, A., 1947. Das Plasmagel. Acta Physiologica Cellularis 3: 33—42.

Frey-Wyssling, A., 1947. Über den Feinbau des Zytoplasmas. Chimia. 1. 224.

Heilbrunn, L. V. and Daugherty, K., 1932. The action of sodium, potassium, calcium and megnesium ions on the plasmagel of Amoeba proteus. Physiol. Zool. Vol. 5. pp. 254—274.

Hughes-Schrader, S., 1943. Polarization, kinetochore movements, and bivalent structure in meiosis of male mantids. Biol. Bull. 85. pp. 265—300.

Hughes, A. F. and Swann, M. M., 1948. Anaphase movements in living cell. Journ. exper. Biol. 25. pp. 45—70.

Kuwada, Y., 1937. The hydration and dehydration phenomena in mitosis. Cytologia. Fujii Jub. Vol. 389—402.

Kuwada, Y., Shinke N., Nakamura Z., 1938. The hydration and dehydration phenomena in mitosis II Cytol. I. Vol. IX. pp. 393—406.

L o r e y, E., 1929. Mikrochirurgische Untersuchunen über die Viskosität des Protoplasmas. Protoplasma. 7. pp. 171—203.

M a k a r o w, P. W., 1948. Fiziko-chimiceskie swoistwa kletki i metodi ih izuczenija. Izdateljstwo Leningradskogo Gosudarstwennogo Ordena Lenina Uniwersiteta. Leningrad.

M i s s b a c h, G., 1927. Versuche zur Prüfung der Plasmavikosität. Protoplasma Band III. pp. 223—233.

M o n n é, L., 1946. Struktur und Funktionszusammenhang des Zytoplasmas. Experientia 2. pp. 153—159.

M ö l l e n d o r f, W., 1937. Beiträge zum Problem der Zellenviskosität. Arch. exp. Zellforsch. 19. pp. 261—275.

M ö l l e n d o r f, W., 1938. Zur Kenntnis der Mitose, Arch. exp. Zellforsch. 21. pp. 1—61.

M ö l l e n d o r f, W., 1938 a. Zur Kenntnis der Mitose II Zeitschr. Zellforsch. 27. pp. 301—325.

M ö l l e n d o r f, W., 1938 b. Zur Kenntnis der Mitose IV. Zeitschr. Zellforsch. 28. pp. 512—546.

M ö l l e n d o r f, W., und O s t r o u c h, M., 1939. Zur Kenntnis der Mitose. VII. Zeitschr. exp. Zellforsch. 29. pp. 323—355.

Ö s t e r g r e n, G., 1950. Considerations of some elementary features of mitosis. Hereditas. 36. pp. 444—468.

S c h n e i d e r, B., 1938. Die Plasmaveränderungen bei der Pflazenzellteilung. Arch. exp. Zellforsch. 22. pp. 298—303.

S c h n e i d e r, B., 1938 a. Die Zellteilung der Pflanzenzelle im Rheienbild. Zeitschr. Zellforsch. 28. pp. 829—859.

S c h m i d t, W. J., 1937. Doppelbrechung von Chromosomen und Kernspindel und ihre Bedeutung für das kausale Verständnis der Mitose. Arch. exp. Zellforsch. 19. pp. 352—360.

S c h m i d t, W. J., 1937 a. Die Doppelbrechung von Karyoplasma, Zytoplasma und Metaplasma. Protoplasma-Monographien 11. pp. 388.

S c h m i d t, W. J., 1939. Doppelbrechung der Kernspindel und Zugfasertheorie der Chromosomenbewegung. Chromosoma 1. pp. 253—264.

S c h r a d e r, F., 1946. Mitosis. The movement of chromosomes in cell division. Columbia Univ. Press. N. Y. pp. 110.

S c h r a d e r, F., 1947. Data contributing to an analysis of metaphase mechanics. Chromosoma 3. pp. 22—47.

T e l e ż y ń s k i, H., 1930. Cycle évoultif du chromosome somatique. I. Acta Soc. Bot. Pol. 7. pp. 381—434.

T i m m e l, H., 1927.Zentrifugeversuche über die Wirkung chemischer Agentien insbesondere des Kaliums auf die Viskosität des Protoplasmas. Protoplasma III pp. 197—210.

W a d a, B., 1932. Mikrurgische Untersuchungen lebender Zellen in der Teilung I. Cytologia 6. pp. 114—134.

W a d a, B., 1934. Mikrurgische Untersuchungen lebender Zellen in der Teilung II. Cytologia 6. pp. 381—406.

W a s s e r m a n, F., 1938. Mechanismus der Mitose. Arch. exp. Zellforsch. 22. pp. 238—251.

Studies on spindle and chromosome movement

A. BAJER

(wpł. 23. III. 51.)

Introduction

The important factors in mitosis, and even the course of cell division, are not yet sufficiently known. Also little is known about the differences in mitosis in absolutely normal cells. In the same material the course of cell division differs and is dependant on the quantity of cytoplasm, the arrangement of chromosomes in the plate, the displacement of vacuoles, the length and the breadth of the cell and other factors.

In chromosome movement kinotechores play the main role, but also mobile chromosome ends are known, though the behaviour of chromosome arms in mitosis is not quite clear.

The spindle mechanism is much better known in animal than in plant material and our data concerning its behaviour in plant anaphase are not complete.

The purpose of this work was to throw light on some of these problems. The author was especially interested in the following questions:

1. The length of the spindle in anaphase.
2. The course of mitosis in very thin cells.
3. Movement of chromosome arms in mitosis.

Material and methods

Root tips of the following plants were used: *Allium cepa* (2n = 16), *Vicia faba* (2n = 12), *Tradescantia virginica* (2n = 24), *Triticum vulgare* (2n = 42), *Tinantia fugax* (2n = 64, 68), Darlington and Janaki Ammal 1945), *Agrostemma githago* (2n = 24, 48, Darlington and Janaki Ammal 1945), *Plantago lanceolata* (2n = 12, 24, Darlington and Janaki

Ammal 1945) and *Brassica napus* (2n = 36). The fixatives were: Navashin fluid diluted with water (1 : 1) and Flemming-Benda (for a part of *Allium* root tips). Material was cut 10—20 μ. and the following methods of staining were used: Heidenhain iron hematoxylin, Newton gentian violet, Gram gentian violet counterstained with orange G (Geitler 1942), Newton gentian violet counterstained with 0,05% alizarin viridin in 45% acetic acid and Feulgen reaction counterstained with the same solution of alizarin viridin. The best results were obtained with the last method and with hematoxylin. A diluted solution of alizarin was quite satisfactory for staining the spindle even in thick cut material, while more concentrated solutions stain intensively the cytoplasm (Östergren 1949). To study the fibers slides were stained overnight with acetocarmin (Ehrenberg and Östergren 1942). It is difficult to obtain satisfactory slides with Newton gentian violet counterstained with alizarin viridin because alizarin bleaks in gentian solution and gentian violet in ailzarin. After tests however, slides may be obtained in which both spindle and chromosomes are well visible.

A Leitz oil immersion lens 100x N. A. 1,30, a Zeiss apochromate oil immersion lens 90x N. A. 1,30 and compensating eyepieces 10x and 15x were used. Measurements were made with Abbé's camera lucida of Zeiss.

Spindle length and spindle mechanism.

On fixed cells the spindle length in metaphase, successive stages (I, II, III) of anphase and in early telophase were measured. Out of the material three groups (I, II, III) of cells in anaphase were chosen and exclusively these cells in which the distance between kinetochores differed only slightly were classified into one group, as a result there was no continuity between these stages of anaphase. The reason for this procedure was to establish whether in anaphase the length of the spindle changes and if so, at which moment.

In plants with large and not numerous chromosomes — i. e.: *Vicia faba, Allium cepa, Tradescantia virginica* — the metaphase spindle in some cells is cigar shaped while in other it is elipsoidal. Rarely is the spindle pointed at the ends and halfspindles usually resemble truncated cones, or are more or less semicircular. It is seldom that the poles of the spindle are well visible. In plants with

a higher chromosome number *(Triticum vulgare)* or with small and numerous chromosomes — i.e.: *Tinantia fugax, Agrostemma githago, Plantago lanceolata* and *Brassica napus* the spindle is very seldom pointed at the ends and in most cases is elipsoidal; in consequence it is difficult to point out the poles exactly. The fibrillar structure of the spindle in metaphase is better visible near the kinetochores, than at the poles.

During the course of anaphase the halfspindles become more and more visible. In middle anaphase there are usually no difficulties to locate the poles of the spindle. In the course of anaphase the halfspindles become shorter and in later stages (end of anaphase) their length is 1—2 μ. In telophase they gradually disappear.

If mean values of spindle length are considered, it appears that the spindle in all studied plants elongates slightly in anaphase (I or II) cf. Table I. Such differences as appear in *Vicia,* where in anaphase I the mean value is 17,1 μ and in metaphase 17,3 μ, are surely accidental and may be not considered; this is the case also when the mean value in anaphase III is smaller than in anaphase II. In very early telophase in 7 out of 8 investigated plants, the distance between chromosome groups is longer than the spindle lenght in metaphase and only in *Tradescantia* it is shorter by 0,4 μ. The distance in early telophase may be considered — with little error — as the maximal separation between two groups of anaphase chromosomes; actually as in plant telophase due to contraction of chromosomes and formation of the phragmoplast, the distance between chromosome groups dimnishes, the maximal separation may be a little greater. In most cases the maximal separation is shorter then the length of the spindle in late anaphase.

According to R i s (1943) in animals there are two modifications of anaphase: 1. Chromosome separation is due to the shortening of chromosomal fibres and elongation of the spindle; these two processes may be separated in time. This type was found by R i s in: embryonic cells of *Tamalia,* primary spermatocytes of *Thelia, Protenor* and in other insects. 2. Only spindle elongation causes the movement of chromosomes; the length of the fibres is contant. R i s found this type in primary spermatocytes of the aphid *Tamalia.* He maintains (1943) that in plant anaphase chromosome movement is caused only by the shortening of chromosomal fibers. In some exceptional cases however in plants the spindle elogates in anaphase (S m i t h 1934). The measurements done on plants in the present

work indicate that R i s'es assumption is correct, as in plants the spindle elongation is very slight and cannot be compared to the spindle elongation in animals.

The hypothesis of traction fiber is undoubtedly the one best proved from all on chromosome movement, though we do not know exactly which fibers are responsible (C o r n m a n n 1944). The force moving the chromosomes is an elastic one (H u g h e s and S w a n n 1948, B a j e r and H r y n k i e w i c z 1950).

Il is not true however that the movement causes direct shortening of elastic fibers; this is indicated by measurements of the length of anaphase spindles, the maximal separation between chromosomes, and of the length of chromosomal fibers. In metaphase the fibers are fixed to kinetochores in steaks which become fainter as distance from kinetochores increases. In all my material they were never visible at the poles in metaphase. In the course of anaphase their new parts become distinctly visible and most so near the kinetochores. Later they become shorter and in late anaphase they are distinctly discernible as very short threads connecting the poles with kinotechores. As I was able to find in plants with large chromosomes, their thickness near the kinetochores is approximately the same both in metaphase and in anaphase. If the movement of the chromosomes were caused by direct shortening of these fibers it seems obvious that their thickness would increase in the course of anaphase. It appears therefore that the submicroscopical structural changes which are the basis of the movement (F r e y - W y s s l i n g 1946) must be of a very special kind. At the end of anaphase in plants with large chromosomes the length of the fibers is usually below or approximately 1 μ. As even fibers of such length may pull the chromosomes, and as they are best observable close to kinetochores, much better in anaphase than in metaphase, it seems probable that throughout the anaphase only the part of the fibers in close proximity to the kinetochore is active and causes most of the movement.

B ě l a ř (1929) suggests that there are two main anaphase factors: pulling (it would be the fiber action) and pushing (action of „Stemmkörper"). „Stemmkörper" originates from the spindle after the passing of the chromosomes through it on their way to the poles; its activity in animal division is evidant but may be explained also by other factors (cytoplasm streaming). As in polarised light the spindle is birefractive and „Stemmkōrper" shows no birefraction (S c h m i d t 1937, 1939), halfspindles must have a different struc-

TABLE I.

Spindle length in mitosis and maximal separation of chromosomes (approximately early telophase) in μ. Mean values of 25 cells.

	Metaphase			Anaphase I			Anaphase II			Anaphase III			Maximal separation (early telophase)		
	mean	min.	max.	mean	min.	max.	mean	min.	max.	mean	min.	max.	mean	min.	max.
Allium cepa	*18,8*	15	21,5	*19,1*	17	22,5	*20,6*	16,5	23	*22,4*	17	25	*18,2*	16	24
Vicia faba	*17,3*	15	21,5	*17,2*	13	23,5	*19,8*	16	24	*21,9*	17	28	*20,6*	16,5	24,5
Tradescantia virginica	*22,6*	17	28	*21,3*	15	27	*24,6*	21	30	*26,5*	22	30	*22,2*	15	27,5
Triticum vulgare	*15,3*	12	20	*15,8*	13	19,5	*17,5*	14	19,5	*17,3*	12	19	*17,5*	15	19,5
Tinantia fugax	*11,3*	9	13	*13*	9,5	17	*13,8*	9	20	*13,8*	10	21	*12,5*	10	21
Agrostemma githago	*9,6*	7	10,5	*10,6*	8	15	*10,5*	8,5	13,5	*10,8*	8,5	14,5	*10,8*	7	17,5
Plantago lanceolata	*8*	6,5	9,5	*8,8*	7,5	10	*9,3*	7,5	10,5	*9,7*	8	11	*8,4*	7	10
Brassica napus	*7,8*	6	10	*8,6*	6,5	10	*8,6*	6,5	11,5	*8,7*	6,5	11	*8,3*	6,5	9,5

TABLE II.

Spindle length in very thin cells of *Tinantia fugax* (Cells not included into Table I)

	Spindle length in μ										Mean value
Metaphase	18	19	20	20	20	20	21	22	22,5	23	21,6
Anaphase	17	18	20	20	20	22	23	23,5	24	25	22,3
Early telophase	17	18	18	19,5	20	20	20	21	22	25	21,1

ture from „Stemmkörper". All elements in cell division (chromosomes, spindle, „Stemmkörper"), must be considered as a separate system and it seems probable that submicroscopical changes in „Stemmkörper" may cause greater or lesser movement in different objects. In some cases this seems to be the action of „Stemmkörper" in plants. In this way may be explained the facts observed in staminal hairs of *Tradescantia virginica* in cells 5—6 from the top of the hair (B a j e r 1950). Two large vacuoles which are found usually at the ends of such cells become concave in late anaphase — which suggests that a very weak force acts from the equator of the cell.

Perhaps it is allowable to assume that the lack of spindle elongation in plants and the visible action of „Stemmkörper" is caused by mechanical factors (cell walls). If this was correct such an elongation would be found in long cells, as the distance between two groups of chromosomes in telophase is very considerable in such cells, and in other cells in telephase, chromosomes are often very close to the walls. In praçtice in very long and usually thin cells the anaphase separation does not meet obstacles any longer. Observations in all material and measurements of spindle length in cells longer than 50μ were done in *Tinantia fugax* (Table II). As the long cells are very thin it is very difficult to discern whether there is late or early anaphase and so such stages were not distinguished. Measurements prove that in such cells there is also no spindle elongation. The distance between two groups in telophase in these cells is much longer (of Table I) which is caused by the length of the spindle and oblique metaphase plate. The more oblique the plate, the longer is the separation of chromosomes, though the distance travelled does not differ much from that in cells with normal dimensions. The explanation is in Fig. 1. The distance between two groups is longer, because the contraction in telophase is towards the poles. This means that the spindle does not elongaie in long cells and there is no special action of „Stemmkörper" which would be comparable to that of animals.

When we compare the distance between two chromosome groups in late telophase in root tips and *Tradescantia* staminal hair cells it is obvious that in the first case the contraction is smaller and begins later.

Conclusions

Slight elongation of the spindle in plant anaphase may be caused by one or two main factors:

1. The formation of the very ends of the spindle in the first part of anaphase. It is indicated by the fact that at the poles the spin-

dle is not distinctly visible in metaphase and its shape at the poles is variable in different cells. In most cases the pointed spindle is discernible in anaphase.

2. It is not improbable that change in length is due to „Stemmkörper" action which is indicated by some observations. However in plants the action of this last factor is not proved. Especially in the case of plants with large chromosomes *(Vicia, Allium, Tradescantia)*, the first factor seems to be more probable. The elongation of the spindle is so slight that approximately it may be considered as non existant.

Cell walls do not cause the slight elongation of the spindle. This is proved by two facts:

1. Chromosome groups at the end of anaphase often stop at some distance from cell walls.

2. Observations in long cells where the spindle has the possibility of elongation without meeting obstacles. In this case a slight elongation only was found; the mechanism of very long separation of the chromosomes in such cells is explained above.

Mitosis in thin cells

In most root tips near the center very thin and long cells with elongated nuclei are found. Cells of this shape were found in all studied plants, most frequently however in plants with large chromosomes *(Vicia, Allium, Tradescantia, Triticum)* and also in *Tinantia* and *Agrostemma*. The course of mitosis was studied in such cells. During prophase the nuclei do not change their shape and after the desappearing of nuclear membrane the chromosomes are scattered over a large space. Before metakinesis the chromosome are not near each other as — is the case in most meristematic cells where orientation of chromosomes in prophase is the same as in last telophase (Bělař 1929, Makarow 1948) — but are scattered. Metakinesis similarly to the further stages appears to be at first much more irregular than it is in reality. The very irregular and probably longer lasting movement at this stage is caused by the lack of room: the breadth of the cell is not large enough to allow the chromosomes to form the metaphase plate perpendicularly to the long axis of the cell. The formation of the plate perpendicularly to the long axis of the cell would be possible if the chromosomes were at least half as numerous as is the case. Such plate would perhaps be formed, if the chromosomes were close to each other, and it seems strange that this does not happen.

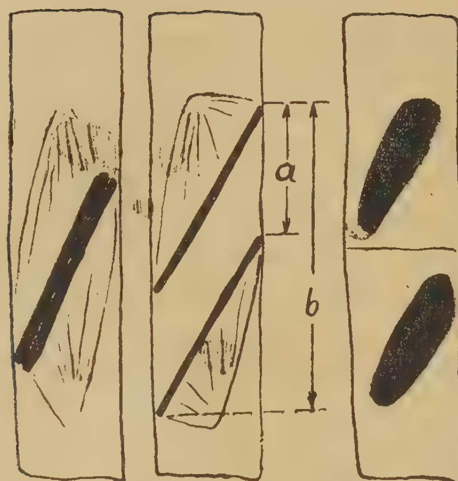


Fig. 1. Diagram of cell division in thin cells. Oblique metaphase plate; two groups of chromosomes moving parallely to the position of the plate. The distance travelled by the two groups of chromosomes = a (approximately); contraction in telophase is usually in direction of the poles and causes the distance between nuclei in telophase (b) to be greater than the maximal separation.

As a result of metakinesis a very oblique metaphase plate is formed and its angle to the long axis of the cell is often less than 20°. The arrangement of the chromosomes in the metaphase plate is well visible only from one side of the plate; it is only when the plane, in which the kinetochores lie, is parallel to the optical axis of the microscope. In this case — though usually with some difficulties — the spindle is also discernible. From approximately 50 metaphases obser-
dle is also discernible. From approximately 50 metaphases observed in *Allium* I was not able to establish the plane of metaphase plate only in less than 10 cases (cf. Fig. 2b). If such great mechanical difficulties in the formation of metaphase plate are considered, the plate will be found very regular. The analysis of the plate is difficult and not possible in all cells. Where it was possible it was found that the kinetochores lie in one plane and only few of them are out of the plane, which is normally found in most metaphases in cells with average dimensions. In metaphase both the plate and the individual chromosomes oscillate irregularly (Hughes and Swann 1948, Molé-Bajer 1951) and therefore the kinetochores which are not in plane of the plate are probably pulled to one of the poles. In cells of normal size, kinetochores of two chromosome groups do not begin to move simultaneously and

Fig. 2. Metakinesis and metaphase in thin cells. a—c. *Allium cepa,* d — *Triticum vulgare,* e — *Tinantia fugax.* a and e metakinesis, chromosomes scattered over large space (cf. Fig. 3a); b — metaphase or late metakinesis — it is not possible to establish the position of kinetochore plane; c — metaphase-kinotochore plane not exactly perpendicular to the axis of the microscope d — metaphase a—c and *e Feulgen* reaction and alizarin virdin, d — *Newton* gentian violet. a—d — 1000×, e — 2000×.

gradually chromosomes move to the poles, one by one. In the case of small and numerous chromosomes this gradual movement is much more distinct, anaphase begins often on one side of the plate and slowly all the plate is affected. At the beginning of the movement the differences in distance travelled are small and usually less than 1μ. Often however all chromosomes in the plate begin their movement simultaneously. Also at first it that the anaphase in very thin cells is much more irregular than it proves to be after exact analysis. Often the movement of all chromosomes in anaphase does not begin exactly at the same moment and the mechanical conditions make the anaphase more difficult. Chromosomes placed at the edges of the plate have no difficulty to move to the poles. On the other hand those placed near or at the center of the plate, move usually with difficulty or are not able to move at all. In the latter case these chromosomes begin the anaphase movement a little later. If all chromo-

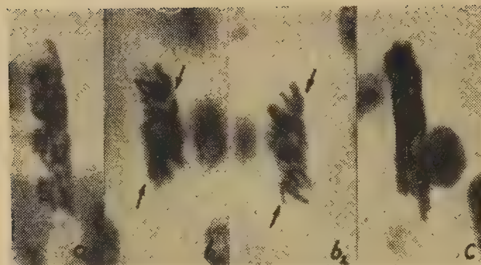


Fig. 3. Metakinesis and metaphase in thin cells. a — *Allium cepa* — metakinesis cf. Fig. 2a; b_1—b_2 *Triticum vulgare* the same cell — metaphase — arrows indicate the plane of kinotochore plane cf. Fig. 2d; c — metaphase in *Allium cepa* where the kinetochore plane is not perpendicular to the microscope axis. a, c. — *Feulgen* reaction and alizarin virdin. b. — *Newton* gentian violet.

Fig. 4. Anaphase in thin cells. a—b *Allium cepa* cf. Figs. $5a_1$—a_2 and 5b; c—d *Vicia faba*. Different orientation of chromosomes moving to the poles. Anaphase seems to be very irregular due to oblique position of metaphase plate. *Feulgen* reaction and alizarin virdin. 750×.

somes may move at the first stage of anaphase, kinetochores of two chromosome groups would move approximately parallely to the position in the metaphase plate. The orientation of the chromosomes in anaphase is different and it is more or lesss regular. As the chromosomes are crowded their arms move often before the kinetochores and usually their orientation is very strange. In Figs. 3—5 some anaphases are assembled and represent the course of such anaphases. In most cases the anaphase movement is not so irregular as it seems to be, and two nuclei are formed. No efforts were made however to examine the numbers of the two chromosome groups in late anaphase.

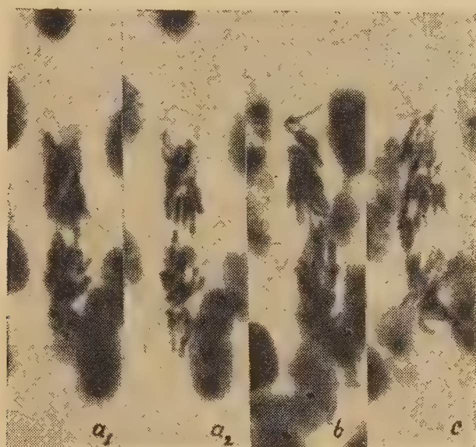


Fig. 5. Anaphase in thin cells in *Allium cepa*. a_1—a_2 the same cell cf. Fig. 4a; b cf. Fig. 4b; explanation in text. Feulgen reaction and alizarin viridin.

In some cases the separation of the two chromosome groups is not considerable enough and restitution nuclei are formed in telophase.

In telophase very thin and long nuclei are always formed.

Conclusions

Observations of mitosis in thin cells give further informations concerning metaphase and anaphase. The formation of metaphase plate, which in such difficult mechanical conditions must be considered as quite regular, proves that the metaphase stage, with the plate in which most kinetochores are exactly in one plane, is necessary in normal cell division. Its role in the course of mitosis is not known however.

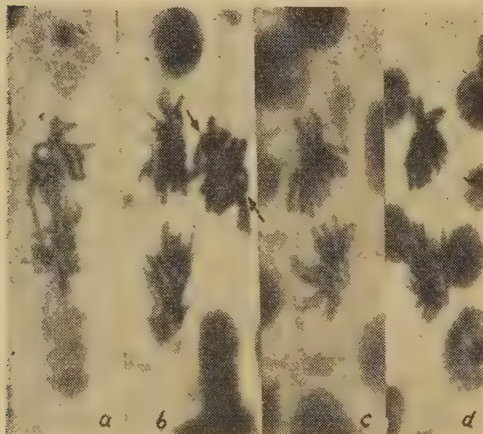


Fig. 6. Anaphase in thin cells in *Allium cepa.* a earlier stages, b—d later than in Fig. 5. b — near one group of anaphase chromosomes a slightly oblique metaphase plate; arrows indicate the position of kinetochore plane; c—d late anaphases most regular from all represented and forming transition to normal anaphase with numerous chromosome arms preceding kinotechores in their movement (cf. text). Feulgen reaction and alizarin viridin.

Fig. 7. Movements of ends of chromosome arms. a—b — *Allium cepa,* c — *Triticum vulgare,* d — *Tinantia fugax;* a — only some arms precede kinetochores; b — numerous arms precede kinetochores cf. Fig. 8b; c — late anaphase chromosome arms bended by cell walls cf. Fig. 8c. a, b and d *Feulgen* reaction and alizarin viridin. c — *Newton* gentian violet. a—c 725×, d 1450×.

Observations of chromosome movements in anaphase show some of their characteristic features. Usually chromosomes in the middle of the plate cannot move in the first stages of anaphase and „await“ some free space. This means that their ablility to move lasts some time, which confirms the statement according to which the chromosomes move, so as if every one of them had its own movement mechanism and each one moved independantly of the other.

Movement of chromosome arms

The observation of anaphase in root tips shows that the course of anaphase is not the same in all cells, though usually the differences are in detailes only. Differences may be caused by mechanical factors as is the case with thin cells. In cells with mean dimensions (though in large and older cells vacuoles may cause some difficulties in division), of which the cross section is rectangular, and containing much cytoplasm, the cell division is most regular. In the case of *Allium*, in which anaphase was analysed most exactly, typical anaphase, in which kinetochores of all chromosomes were orientated towards the poles and chromosome arms had V shaped arrangement (kinotechores in *Allium* have medial or submedial position), was found in less than 20% of cells. Such orientations found more often in late than in middle anaphase. Early stages of anaphase cannot be considered because at this moment the chromosomes change their orientation.

The duration of changes in orientation differs, but there is no doubts that late stages of anaphase are stabilised. In this stage chromosomes move to the poles without changing their orientation, and it is visible in numerous cells that the ends of some chromosemes

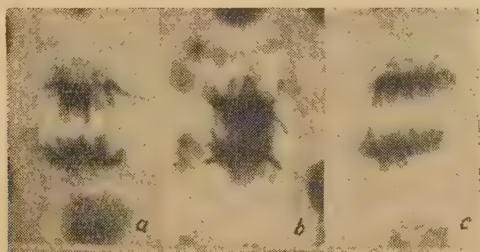


Fig. 8. Movements of chromosome arms. a—b *Allium cepa,* c — *Triticum vulgare.* a — only some, b — numerous arms precede kinetochores (b cf. Fig. 7b). c — chromosome arms bended by cell walls (cf. Fig. 7c). a—b Feulgen reaction and alizarin viridin, c — Newton gentian violet.

precede kinetochores in their movement to the poles. Some chromosomes have a V shaped arrangement with arms and not kinetochores pointing to the poles. Very often one arm of the chromosome is the first to move and seems to pull the kinetochore and the second arm; in such cells two arms may form a stright line. In cells with similar shape the number of chromosomes in which the ends precede kinotechores differs. I two groups of chromosomes in anaphase the number of such ends preceding kinetochores is usually different but the differences are not great and often the following numbers were found: 6—5, 5—3, 4—3, 4—2, 4—1 and so on. The dependence between the thickness of the cell and the number of such ends was found: the thiner the cell the more chromosome arms precede kinetochores in anaphase. It was ascertained that a continuous transition between anaphase in thin cells and anaphase in cells with normal dimensions exists as was previously described.

Throughout anaphase the orientation of such chromosome arms usually does not change and their movement is approximately parallel to the spindle. In many cases their orientation may change, and in late anaphase they may be placed across the spindle. The arm ends however may stretch into the cytoplasm. In telophase, when maximal separation of the chromosomes is approximately equal the cell length, the arm ends touch the cell walls and are bended.

The movement of chromosome ends was confirmed in plants with large chromosomes *(Vicia, Allium, Tradescantia, Triticum)* and in these with small but long chromosomes*(Tinantia, Agrostemma).*

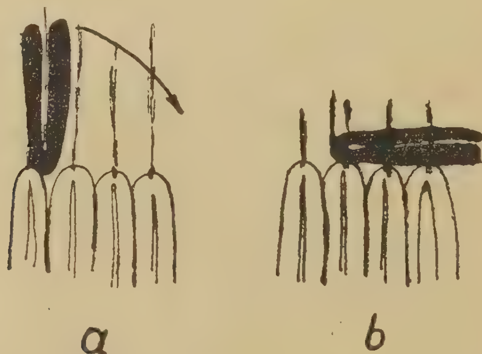


Fig. 9. Arrangement of some chromosomes in early (a) and late (b) anaphase which shows the possibility of transverse movement across the spindle; only in such a case the change of position from a to b — may be explained

In plants with small chromosomes such as *Tinantia* it is difficult though possible to examine the orientation and arrangement of chromosomes in anaphase, in other plants however no efforts of analysis were made.

The number of such moving chromosome arms increases in dependence of the chromosome number, and in *Tinantia* often surpasses 20 ends. Similarly in *Triticum* more mobile ends are observed than in *Tradescantia* and in *Allium*. Such ends are least numerous in *Vicia faba*.

After staining fibers (acetocarmine slides) connected with kinetochores no fibers attached to chromosome ends were noticed.

Conclusions

In metaphase the chromosomes are differently orientated in the plate and are more or less crowded. Although chromosome arms stretch in all directions, kinetochores are in one plane. If chromosomes are crowded and their arms are out of the kinetochore plane, arms of some chromosomes in anaphase may be pushed before kinetochores. In the course of anaphase the breadth of chromosome groups dimnishes and as a result the orientation of chromosome arms in telophase is often similar to that of early anaphase or even metaphase. The movement of chromosome arms is caused by the orientation of metaphase chromosomes and is dependant on chromosome crowding. This movement is not active, as no fibers connecting the ends were noticed. The movement is of a different kind than in meiosis, where it is caused by fiber action and the force acting on the ends is of the same order as the one acting on kinetochores (Östergren and Prakken 1946).

The movement of chromosome ends in anaphase and the bending of chromosomes observed in short cells in telophase indicate that the chromosomes are rather stiff.

Observations of chromosome arm movements seem to indicate on the possibility of a transverse movement across the spindle (Östergren 1949, Gajewski 1949, Bajer 1951). If this were possible the expectetd change in the orientation of chromosomes with a particular arrangement in anaphase, would develop as in Fig. 9. Such cases were obserwed, and this supports this assumption.

SUMMARY

The course of mitosis was studied in root tips of plants with large *(Allium cepa, Vicia faba, Tradescantia virginica, Triticum vulgare)* and small *(Tinantia fugax, Agrostemma githago, Plantago lanceolata, Brassica napus)* chromosomes and the following results were obtained:

1. In anaphase as compared to metaphase, spindle length slightly increases (by several microns). It may be caused by two factors: a) formation of the very ends of the spindle just in anaphase, b) action of „Stemmkörper". The action of the later factor cannot be considered as being proved in plants.

2. As in long cells the spindle does not elongate the lack of this elongation cannot be caused by mechanical factors (cell walls etc.).

3. Chromosomes in anaphase do not begin their movement simultaneously, though the differences are slight.

4. The course of mitosis in very thin and long cells appears to be irregular, though after exact analysis it usually proves to be normal which is proved by the following facts:

a. The metaphase plate is formed normally and most kinetochores lie exactly in one plane.

b. The orientation of anaphase chromosomes is caused by the oblique position of metaphase plate.

c. In most cases two nuclei are formed and though it seems strange, only very rarely restitution nuclei are formed.

5. The ability of motion of chromosomes lasts some time and they move as if each of them had its own movement mechanism.

6. Often in anaphase ends of chromosome arms precede kinetochores in their movement to the poles, which is caused by the orientation of metaphase chromosomes and most probably not by fiber action.

7. The orientation changes of some chromosomes seem to indicate that there is a possibility of transverse movement across the spindle .

REFERENCES.

Bajer, A., 1950. Electrical forces in mitosis I. Acta Soc. Bot. Pol. 20, 709—738.

Bajer, A., 1951. Cytological studies on *Cochlearia Tatrae*. Bull. l'Acad .Pol. Sc. et Letters. Ser. B. (in press).

Bajer, A., and A. Hrynkiewicz, 1951. Notes on anaphase mechanism and chromosome movement. Acta Soc. Bot. Pol. 21, 5—15.

Bělař, K., 1929. Beiträge zur Kausalanalyse der Mitose. III. Z. Zellf. 10 : 71—134.

Cornmann, J., 1944. A summary of evidence in favour of the traction fiber in mitosis. Am. Natur. 78 : 410—422.

Darligton, C. D. and E. K. Janaki Ammal. 1945. Chromosome atlas of cultivated plants. London.

Ehrenberg, L. and G. Östergren. 1942. Experimental studies on nuclear and cell division. Bot. Not. 1942; 203—206.

Frey-Wyssling, A., 1948. Submicroscopic morphology of protoplasm and its deriviatives. Amsterdam.

Gajewski, W., 1949. The description of meiosis with special references to the behaviour of univalents. Hereditas 35 : 221—241.

Geitler. L., 1942. Schnellmethoden Kern und Chromosomenuntersuchung. Berlin.

Hughes, A. F. and N. M. Swann. 1948. Anaphase movement in living cell. Journ. exp. Biol. 25 : 45—70.

Makarow, R. W., 1948. Fiziko-chimiczeskie swoistwa kletki i metodi ich izuczenija. Leningrad.

Molè-Bajer, J., 1951 Influence of hydration and dehydration on mitosis I. Acta Soc. Bot. Pol. 21,73—94.

Östergren, G., 1949. *Luzula* and the mechanism of chromosome movement. Hereditas 35 : 444—468.

Östergren. G. and R. Prakken. 1946. Behaviour on the spindle of the actively mobile chromosome ends of rye Hereditas 32 : 495—513.

Ris, H., 1943. A quantitative study of anaphase movement in the aphid *Tamalia*. Biol. Bull. 85 : 164—178.

Schmidt, W. J., 1937. Doppelbrechung von Chromosomen und Kernspindel und ihre Bedeutung für das kausale Verständnis der Mitose. Arch. exp. Zellf. 19 : 352—360.

Schmidt, W. J., 1939. Doppelbrechung der Kernspindel und Zugfasertheorie der Chromosomenbewegung. Chromosoma 1 : 253—264.

Wpływ jonów niektórych metali na szybkość ruchów fototaktycznych chloroplastów

The influence of some metalic ions on the phototactic movements of chloroplasts.

ALICJA ZURZYCKA i JAN ZURZYCKI

wpł. 24.III.51.

I. Wstęp.

Przy badaniu wpływu temperatury na szybkość ruchów fototaktycznych chloroplastów (Zurzycka i Zurzycki, 1950) stwierdzono w pewnych typach reakcji fototaktycznych brak zależności szybkości ruchu od temperatury. Wraz z temperaturą zmienia się jednak niewątpliwie lepkość plazmy (Belehradek, 1935), stanowiącej ośrodek dla poruszających się chloroplastów. Tym samym powinny się zmieniać i opory, przeciwstawiające się temu ruchowi, ponieważ opór ośrodka zależy przede wszystkim od jego lepkości.

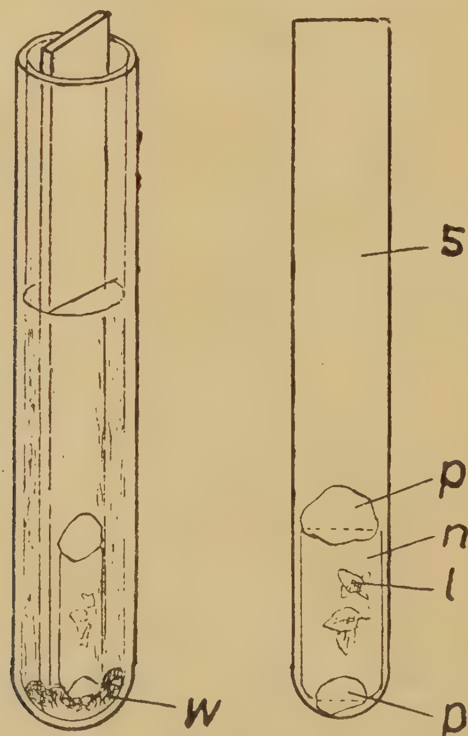
Należałoby więc przypuszczać, że przy pewnych typach ruchów fototaktycznych szybkość przemieszczania się chloroplastów jest albo niezależna od lepkości ośrodka, albo zależna w tak małym stopniu, że nawet przy zastosowaniu metody statystycznej, mimo jej względnej dokładności nie udało się tej zależności wykazać.

Ponieważ jony metali alkalicznych i ziem alkalicznych wpływają w pierwszym rzędzie na zmianę lepkości plazmy (Frey-Wyssling, 1948), celem niniejszej pracy było stwierdzenie w jaki sposób zmienia się lepkość plazmy w komórkach liści *Lemna trisulca* L., poddanych działaniu jonów niektórych z wymienionych wyżej metali, oraz w jaki sposób w takich warunkach przebiegają ruchy fototaktyczne chloroplastów.

II. Materiał i metoda.

Do doświadczeń użyto rośliny wodnej *Lemna trisulca* L. Obserwacje przeprowadzano na brzeżnych i szczytowych partiach liścia, gdzie mezofil składa się tylko z jednej warstwy komórek.

Badane liście poddawano działaniu jonów następujących metali: potasu, litu, magnezu i wapnia. Do sporządzania roztworów użyto chlorków tych metali. Stężenie badanych roztworów było hypotoniczne i wynosiło 1/10 wartości osmotycznej komórki. Ponieważ wartość ta, wyznaczona przy pomocy metody plazmolizy granicznej w sacharozie wynosi około 0,4 M, stężenie użytych roztworów utrzymane było na poziomie 0,04 M, przy założeniu całkowitej dysocjacji soli. pH użytych roztworów wynosiło dla sacharozy 6,25, dla chlorku potasu 5,90, chlorku litu 5,60, chlorku magnezu 5,82, chlorku wapnia 5,50, Liście przeznaczone do badań umieszczano w powyższych roztworach na 4 do 6 godzin przed rozpoczęciem obserwacji.



Ryc. 1. Sposób zmontowania liście do wirowania: a — probówka wirówki, s — szkiełko przedmiotowe odpowiednio doszlifowane, n — szkiełko nakrywkowe, l — liść, p — parafina, w — kłębek waty. Leaf prepared for centrifugation. a — tube of centrifuge, s — slide glass specially ground, n — cover glass, l — leaf, p — paraffin, w — cotton wool ball.

Kontrolę zmian lepkości przeprowadzano metodą wirowania (W e b e r, 1923). Posługiwano się wirówką elektryczną firmy Janetzky, Leipzig typu ZE-3. Badany liść umieszczony był na szkiełku przedmiotowym, tak doszlifowanym, aby wchodziło do wnętrza próbówki wirówki, i przykrywany szkiełkiem nakrywkowym odpowiednich rozmiarów. Brzegi obu szkiełek łączono przy pomocy parafiny. Takie zmontowanie zapewniało odpowiednie zorientowanie liścia w stosunku do kierunku działania siły odśrodkowej (ryc. 1). Próbówki wypełniano mniej więcej do połowy roztworem sacharozy lub odpowiedniej soli.

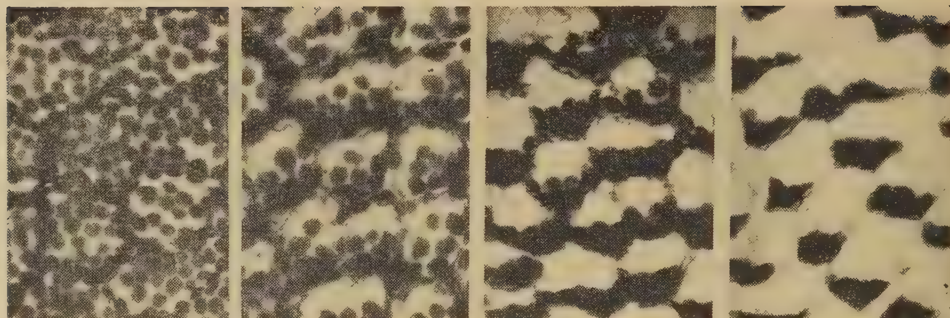
Wirowanie odbywało się przy 2.800 obr/min. co dawało przyspieszenie 1200 × g. Za czas wirowania uważano okres najwyższych obrotów wirówki (uruchamianie i zatrzymywanie wirówki trwało około 30 sekund, co mogło mieć wpływ tylko na bardzo krótkie czasy wirowania). Czasy wirowania zmieniano, przedłużając stopniowo o dwie lub cztery minuty. Bezpośrednio po ukończeniu wirowania określano procent odwirowanych chloroplastów. Określanie odbywało się przez oszacowanie w każdej komórce jednego ze stanów, przy którym 0, 25, 50, 75 lub 100% chloroplastów ulegało odwirowaniu; następnie obliczano średnią z 25 komórek danego liścia. Jako względną miarę lepkości przyjęto czas potrzebny do zupełnego odwirowania chloroplastów. Podczas wirowania temperatura zmieniała się bardzo nieznacznie (przy najdłuższym wirowaniu, trwającym około 30 minut wzrastała o 3°). Temperatura roztworów w probówkach ustalana była przed wirowaniem na około 19°, po skończonym wirowaniu wynosiła więc najwyżej 21,5 — 22°. Zgodnie z wynikami poprzedniej pracy można przyjąć, że powyższe wahania nie mają istotnego znaczenia.

Otrzymywanie położeń wyjściowych chloroplastów w komórce, oraz badanie przebiegu reakcji i określania czasu reakcji odbywało się identycznie jak w poprzedniej pracy (Z u r z y c k a i Z u r z y c k i, 1950). Badania mikroskopowe przeprowadzano w temperaturze 20° + 1°.

III. W y n i k i b a d a ń.

Z m i a n y l e p k o ś c i p l a z m y o k r e ś l a n e m e t o d ą w i r o w a n i a.

Po kilkuminutowym wirowaniu liści umieszczonych poprzednio w wodzie lub w 0,04 M sacharozie, chloroplasty zaczynają ulegać przesunięciu na jedną stronę komórki (ryc. 2 b). W miarę zwięk-



Ryc. 2. Kolejne stadia odwirowywania chloroplastów. A — epistrofia przed wirowaniem, B i C — postępujące odwirowanie, D — zupełne odwirowanie. Successive stages of separation of chloroplasts. A — epistrophe before centrifugation, B and C — different stages of centrifugation, D — arrangement after centrifugation.

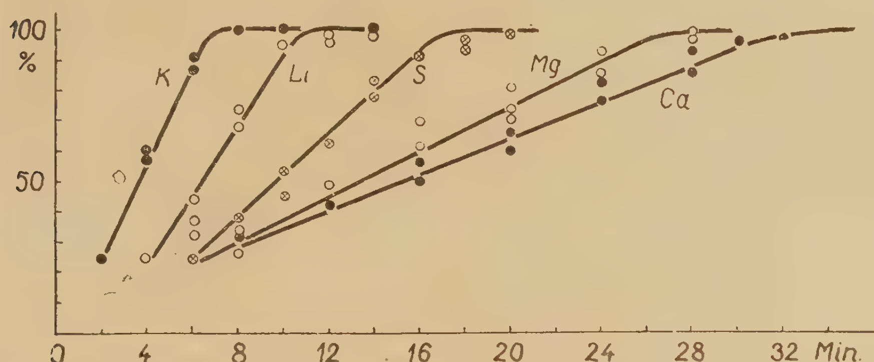
szania czasu wirowania coraz więcej chloroplastów zostaje odrzuconych na brzeg komórki. Odwirowywanie jest równomierne i mniej więcej proporcjonalne do czasu wirowania. Po około 10 minutach połowa chloroplastów zostaje odwirowana, a po 18—20 minutach wszystkie chloroplatsy skupione są w jednym miejscu komórki (ryc. 2 d). Dalsze zwiększenie czasu wirowania nie zmienia już zasadniczo otrzymywanego obrazu. Odwirowanie chloroplatsów jest nietrkałe. Po wyjęciu z wirówki chloroplasty zaczynają z powrotem wędrować na puste ściany komórki. osiągając po 10—30 minutach swój normalny układ.

Opisany proces odwirowywania chloroplastów ma podobny przebieg w czasie zarówno wówczas, gdy pozycją wyjściową jest epistrofia, jak i wówczas, gdy wyjściowym położeniem chloroplastów przed wirowaniem jest położenie boczne: apostrofia względnie parastrofia. Dlatego w dalszych doświadczeniach z wirowaniem ograniczono się do epistrofii jako pozycji wyjściowej.

W komórkach poddanych uprzednio działaniu hypotonicznego roztworu chlorku potasu, chloroplasty ulegają przesunięciu znacznie szybciej. Już po 7—8 minutach następuje zupełne odwirowanie. Przebieg odwirowania jest bardzo regularny, podobnie jak w kontroli w cukrze.

Działanie soli litu jest nieco słabsze. Przesuwanie chloroplastów jest znacznie szybsze niż w kontroli, ale wolniejsze niż w roztworze KCl. Prócz tego przebieg odwirowywania jest nieco mniej regularny niż w poprzednich roztworach.

Działanie dwu pozostałych soli na plazmę powoduje zwolnienie szybkości odwirowywania chloroplastów; jony magnezu — mniejsze, jony wapnia znacznie większe (ryc. 3).



Ryc. 3. Przebieg odwirowania chloroplastów w komórkach poddanych działaniu różnych roztworów. Odcięte — czas wirowania w minutach, rzędne — procent odwirowanych chloroplastów. Centrifugation of chloroplast in cells treated with different solutions. Abscissae — time in minutes of centrifugation, ordinates — percentage of displaced chloroplasts.

Najkrótsze czasy potrzebne do całkowitego odwirowania chloroplastów zależą zatem wybitnie od rodzaju jonów, których działaniu zostały komórki uprzednio poddane. Czasy te, mogące być względną miarą lepkości przedstawia tablica I.

TABLICA I.

Roztwór	Czas odwirowania w min.
sacharoza	17,0
chlorek potasu	6,7
chlorek litu	10,8
chlorek magnezu	26,7
chlorek wapnia	32,0

Wpływ badanych jonów na przebieg reakcji epistrofia-parastrofia.

W roztworze sacharozy przebieg reakcji jest identyczny jak w wodzie. W roztworach LiCl i KCl reakcja zachodzi natomiast znacznie szybciej, zwłaszcza w roztworze cukru, gdzie średni czas reakcji jest prawie połową czasu reakcji kontroli. Natomiast roztwory $MgCl_2$ i $CaCl_2$ znacznie opóźniają ruch chloroplastów. Szcze-

gólnie silne prawie pięciokrotne opóźnienie daje chlorek wapnia. Wyniki liczbowe doświadczeń wraz ze średnią obliczoną z czterech powtórzeń przedstawia Tablica II.

TABLICA II.

Roztwory	Czas reakcji w min.				Średni czas reakcji w min.
sacharoza	8,9	8,8	11,2	7,2	9,02 ± 0,78
chlorek potasu	5,8	7,6	5,9	4,3	5,72 ± 1,06
chlorek litu	10,8	8,1	6,6	5,6	7,70 ± 1,29
chlorek magnezu	17,6	23,2	24,8	22,6	22,05 ± 1,63
chlorek wapnia	48,6	68,0	50,0	36,2	50,70 ± 1,96

Wpływ badanych jonów na przebieg reakcji epistrofia-apostrofia.

W sacharozie ruch chloroplastów jest identyczny jak w wodzie, czas reakcji wynosi około 30 minut. Czas wstępny reakcji okazał się wybitnie skrócony w porównaniu z poprzednimi wynikami (Zurzycka i Zurzycki, 1950). Prawdopodobnie jest to związane z inną porą roku, w której przeprowadzano obecne doświadczenia (późna jesień). Podobnie jak w poprzedniej reakcji sole litu i potasu działają wybitnie przyśpieszająco na proces poruszania się chloroplastów. KCl powoduje znów skrócenie do połowy czasu reakcji. Czas wstępny reakcji jest przy działaniu obu tych soli mniej więcej taki sam jak w sacharozie. Sole magnezu i wapnia powodują zwolnienie ruchu chloroplastów, jakkolwiek stosunkowo słabsze niż w poprzedniej reakcji (wapń przedłuża tylko dwukrotnie czas reakcji). Czas wstępny reakcji wzrasta przy tym bardzo nieznacznie. Czasy reakcji z czterech powtórzeń oraz obliczoną średnią przedstawia tablica III (w nawiasach podano wstępne czasy reakcji).

TABLICA III.

Roztwór	Czas reakcji w min.								Średni czas reakcji w min.
sacharoza	(11,6)	25,2	(10,8)	34,4	(0)	27,2	(4,0)	35,2	30,50±2,50
chlorek potasu	(8,0)	15,6	(9,6)	17,0	(3,0)	12,2	(10,6)	12,0	14,20±1,29
chlorek litu	(8,0)	30,4	(11,2)	26,6	(14,4)	25,0	(19,0)	27,0	27,25±3,87
chlorek magnezu	(39,2)	35,0	(11,0)	42,4	(17,2)	43,2	(2,0)	26,4	39,00±3,79
chlorek wapnia	(13,8)	73,2	(23,0)	100,4	(24,8)	84,6	(23,6)	64,8	80,75±11,62

Wpływ badanych jonów na przebieg reakcji parastrofia-epistrofia.

W 0,04 M sacsharozie reakcja przebiega równie szybko jak w wodzie. Żaden z użytych roztworów nie wpływa wyraźnie na zmianę szybkości przebiegu reakcji. Czasy reakcji obliczone z poszczególnych powtórzeń wykazują te same wartości zarówno w roztworze KCl jak i $CaCl_2$. Drobne różnice w wartościach średnich obliczonych z czterech powtórzeń nie przekraczają nigdy granicy błędu. W roztworach $MgCl_2$ i $CaCl_2$ występuje tylko zazwyczaj epistrofia niezupełna. Na ściany górne i dolne komórek przechodzi tylko część chloroplastów, lecz ten stan utrzymuje się i mimo dalszego naświetlania chloroplastów nie przybywa. W tablicy IV zestawiono wyniki doświadczeń.

TABLICA IV.

Roztwór	Czas reakcji w min.				Średni czas reakcji w min.
sacharoza	7,7	5,0	5,9	7,1	6,42 ± 0,61
chlorek potasu	7,8	6,4	6,7	7,1	7,00 ± 0,32
chlorek litu	5,9	6,4	7,1	7,8	6,80 ± 0,41
chlorek magnezu	9,0	6,2	7,7	8,0	7,72 ± 0,58
chlorek wapnia	8,2	7,5	5,1	6,2	6,75 ± 0,90

Wpływ badanych jonów na przebieg reakcji apostrofia-epistrofia.

Podobnie jak w poprzedniej reakcji szybkość przemieszczeń fototaktycznych chloroplastów jest identyczna w wodzie, sacharozie i w każdej z użytych soli. Wahania obliczonych średnich są stosunkowo nieznaczne. Niezupełna epistrofia obserwowana była tylko w kilku wypadkach w roztworze $CaCl_2$. Zestawienie wyników podaje tablica V.

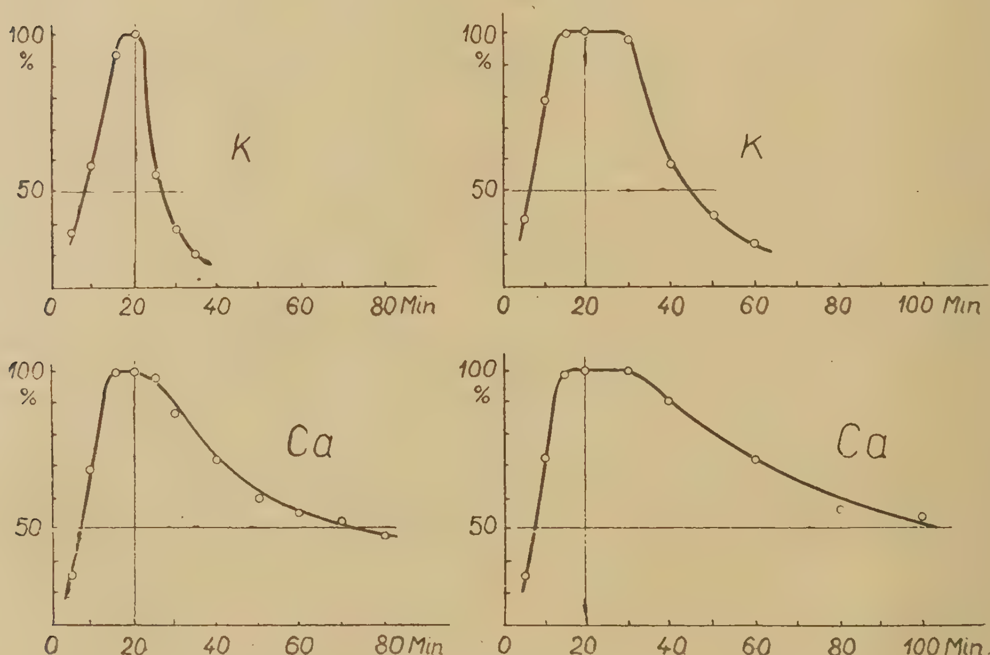
TABLICA V.

Roztwór	Czas reakcji w min.				Średni czas reakcji w min.
sacharoza	7,3	7,9	8,2	—	7,80 ± 0,55
chlorek potasu	9,6	6,9	6,3	5,2	7,00 ± 0,93
chlorek litu	8,0	5,8	7,7	7,4	7,13 ± 0,53
chlorek magnezu	5,5	8,3	6,3	7,8	6,95 ± 0,61
chlorek wapnia	7,3	7,1	8,6	8,9	7,97 ± 1,03

IV. Dyskusja wyników.

Metoda wirowania jest najbardziej precyzyjną ze wszystkich metod pomiaru lepkości plazmy, możliwych do zastosowania w komórkach liścia *Lemna trisulca* (Weber 1923, Makarow 1948). Otrzymane wyniki wskazują na dużą regularność z jaką odbywa się odwirowanie chloroplastów. Warunkiem dobrego odwirowania jest pełna żywotność komórek. W komórkach uszkodzonych lub martwych, choć wyglądających zewnętrznie podobnie do normalnych, odwirowanie następuje słabo lub nie następuje w ogóle.

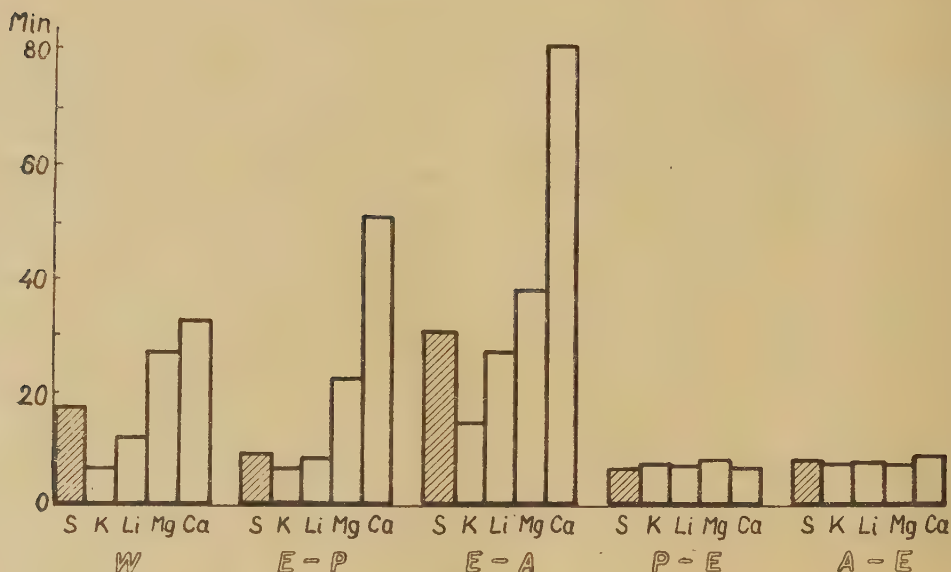
W porównaniu z wynikami Voerkl'a (1934) wykazują nasze obserwacje zasadniczą różnicę co do przebiegu procesu odwirowania. Voerkel twierdzi, nie podając jednak dokładnych da-



Ryc. 4. Przebieg reakcji fototaktycznych chloroplastów. U góry — w komórkach poddanych działaniu roztworów KCl, poniżej — w komórkach poddanych działaniu $CaCl_2$. Na lewo reakcja parastrofia - epistrofia - parastrofia, na prawo reakcja apostrofia - epistrofia - apostrofia. Zmiana oświetlenia następowała w 20 minucie. Developement of phototactic reactions of chloroplasts: above — in cells treated with KCl solutions, below — in cells treated with $CaCl_2$ solutions, left — parastrophe - epistrophe - parastrophe reaction; right — apostrophe - epistrophe - apostrophe reaction. Change of illumination in 20th minute.

nych, że siła odśrodkowa nie wywiera początkowo żadnego wpływu na chloroplasty i dopiero po pewnym czasie następuje zwykle nagłe przemieszczenie się chloroplastów. W naszych doświadczeniach chloroplasty u *Lemna trisulca* były odwirowywane równomiernie i bardzo regularnie mniej więcej proporcjonalnie do czasu wirowania. Natomiast podobnie jak to ma miejsce u innych roślin (Voerkel 1934, Timmel 1928) stwierdziliśmy, że i u *Lemna* wirowanie nie wywiera szkodliwego działania na komórki i po krótkim czasie odwirowane chloroplasty wracają do pierwotnego położenia. Wartości bezwzględne czasów wirowania przy pozycjach wyjściowych epistrofii i apostrofii są w pewnym stopniu zbliżone do danych otrzymanych przez Voerkl'a. Porównanie utrudniają bardzo duże wahania temperatury w doświadczeniach tego autora. Natomiast nie stwierdziliśmy u *Lemna* wyraźnej obniżki lepkości plazmy, wywołanej naświetlaniem powodującym parastrofię, jak to miało miejsce u *Funaria hygrometrica*. Być może jest to związane ze stosunkowo słabszymi intensywnościami światła, użytymi przez nas do wywołania parastrofii. Identyczny przebieg procesu odwirowywania w sacharozie i w wodzie świadczy, że roztwór sacharozy nie wywiera wpływu na lepkość plazmy. Jest to zupełnie zrozumiałe z uwagi na minimalne stężenia sacharozy. Lepkość plazmy zależy w dużej mierze od obecności jonów nieorganicznych, które działają na heteropolarne wiązanie kohezyjne i zmieniają w ten sposób hydratację plazmy (Frey-Wyssling 1948). W naszych doświadczeniach jony potasu i litu zmniejszały lepkość, zaś jony magnezu i wapnia zwiększały lepkość plazmy, co wyrażało się w przyśpieszaniu lub opóźnianiu tempa odwirowywania chloroplastów. Zmieniona lepkość plazmy nie wywiera jednakowego wpływu na szybkość wszystkich reakcji fototaktycznych chloroplastów. W reakcjach, w których położeniem wyjściowym jest epistrofia, istnieje korelacja między szybkością ruchów chloroplastów a lepkością plazmy; gdy natomiast pozycją wyjściową w reakcji jest położenie boczne chloroplastów (parastrofia lub apostrofia) brak takiej korelacji. Wyraźnie widoczne jest to z Tablicy VI oraz ryc 5, gdzie przedstawiono czasy reakcji w porównaniu z kontrolą (sacharozą).

Szybkość reakcji pierwszego typu epistrofia - parastrofia i epistrofia - apostrofia jest wyraźnie zależna od lepkości ośrodka, a niejednokrotnie przyśpieszanie względnie opóźnianie obu należących tu reakcji świadczy za tym, że mechanizm tych reakcji, być może



Ryc. 5. Czasy odwirowywania chloroplastów i czasy reakcyj fotoktycznych chloroplastów w roztworach sacharozy i różnych soli. Time of centrifugation of chloroplasts and time of phototactic reaction of chloroplasts in sacharose and different solutions.

TABLICA VI.

	Sacharoza	K	Li	Mg	Ca
Wirowanie	17,0	6,7	10,8	26,7	32,0
Epistrofia — parastrofia	9,02	5,72	7,70	22,05	50,70
Epistrofia — apostrofia	30,50	14,20	27,25	39,00	80,75
Parastrofia — epistrofia	6,42	7,00	6,80	7,72	6,75
Apostrofia — epistrofia	7,80	7,00	7,13	6,95	7,97

podobny nie jest jednak identyczny. Należy podkreślić, że czas wstępny przy reakcji epistrofia - apostrofia ulega bardzo nieznacznym zmianom pod wpływem użytych jonów. Natomiast szybkość przemieszczania się chloroplastów w reakcji parastrofia - epistrofia i apostrofia - epistrofia, gdzie położeniem wyjściowym chloroplastów jest ustawienie profilowe, jest niezależna od lepkości plazmy. Zgadza się to z poprzednimi wynikami (Zurzycka i Zurzycki 1950), gdzie wykazano niezależność przebiegu tych reakcji od temperatury i stanowi potwierdzenie postawionej na wstępie hipotezy.

V. Streszczenie wyników.

1. Przy pomocy metody wirowania określono względne zmiany lepkości plazmy w komórkach *Lemna trisulca* poddanych dzia-

łaniu hypotonicznych roztworów LiCl, KCl, $MgCl_2$ i $CaCl_2$. Stwierdzono, że jony działają upłynniająco względnie usztywniająco na plazmę według szeregu K > Li > Mg > Ca.

2. W powyższych roztworach zbadano przebieg reakcji fototaktycznych epistrofia - parastrofia, epistrofia - apostrofia, parastrofia - epistrofia, apostrofia - epistrofia. Stwierdzono, że szybkości dwu pierwszych reakcji (położeniem wyjściowym — płaskie położenie chloroplastów) ulegają zmianie pod wpływem działania tych soli, przy czym jony potasu i litu działają przyśpieszająco, jony magnezu i wapnia opóźniająco. Przy pomocy stosowanej metody nie stwierdzono wpływu jonów na szybkość reakcji w tych wypadkach gdy położeniem wyjściowym chloroplastów jest położenie profilowe (reakcja parastrofia - epistrofia i apostrofia - epistrofia).

Panu Prof. Dr F. Górskiemu, Kierownikowi Zakładu Fizjologii Roślin składamy serdeczne podziękowania za cenne uwagi i wskazówki.

SUMMARY

An important factor when considering the valocity of any movement is the resistance of the medium which depends on its viscosity. The lack of influence of temperature on the velocity of some phototactic reactions of chloroplasts suggest that the velocity of these reactions is not dependent on the viscosity of the protoplasm though the viscosity varies undoubtedly together with any change of temperature. In order to check this supposition the phototactic movements of chloroplasts were investigated in cells of *Lemna trisulca* L. in which the viscosity of the protoplasm was altered by the presence of ions of alkaline metals and alkaline earths. During 4—6 hours preceding the experiments leaves of *Lemna trisulca* were treated with KCl, LiCl, $MgCl_2$, $CaCl_2$ solutions as well as with an isosmotic saccharose solution, the concentration of which was 0,04 M (1/10 of the osmotic value of the cell). The temperature in all experiments was 20 ± 1^0C.

The changes in viscosity were detected by centrifugation. For this purpose the leaf was prepared on the objective slide and placed in the tube of a centrifuge; this warrented a determined position relatively to the centrifugal force. Centrifugation was made at 1200 $\times$ g (2800 revolutions per minute). After centrifugation the percentage of chloroplasts separated was determined. The transposition of chloroplasts began in the the first minutes of centrifuga-

tion and steadily increased throughout this process. Both in water and saccharose all chloroplasts were separated after approximately 18 minutes. The course of separating was identical whether the starting position was the epistrophe, the apostrophe or the parastrophe. The difference between the observations here described and V o e r k e l's results on *Funaria* were discused. The ions have a very considerable influence on the viscosity of protoplasm. The solutions ranged in an ascending scale of effectivness to decrease the viscosity of the protoplasm are: K > Li > saccharose > Mg > Ca.

The phototactic reactions were induced and their development observed by the same method as in the previous investigation. Relatively to the control experiment the epistrophe - parastrophe reaction was accelerated in K and Li salts and retarded in Mg and Ca salts. This also was the case in the epistrophe - apostrophe reaction, but the time of the preliminary period varied only insignificantly in the different salts. On the other hand in the parastrophe-epistrophe and the apostrophe - epistrophe reactions no essential differences in the velocity of reactions in various salts could be noticed. From these observations it appears that the viscosity of protoplasm has an important influence on the velocity of chloroplast movements only when in their initial position the chloroplasts are horizontal (epistrophe) and when in their initial position the chloroplasts are arrenged verticaly (parastrophe or apostrophe) the velocity of their movement seems to be independent of viscosity.

Z Zakładu Fizjologii Roślin U. J. Kraków.

LITERATURA

1. B ě l e h r a d e k J. 1935. Temperature and living matter. Berlin 1935. (Protoplasma Monographien Vol. 8).
2. F r e y-Wy s s l i n g, A. 1948. Submicroscopic Morphology of Protoplasm and its derivatives. Amsterdam 1948.
3. M a k a r o w P. W. 1948. Fiziko-chemiczeskie swojstwa kletki i metody ich izuczenia. Leningrad 1948.
4. T i m m e l, H. 1928. Zentrifugenversuche über die Wirkung chemischer Agentien insbesondere des Kaliums auf die Viscosität des Protoplasmas. Protoplasma, *3*, 197—212.
5. V o e r k e l, H. 1934. Untersuchungen über die Phototaxis der Chloroplasten. Planta, *21*, 156—205.
6. W e b e r, F. 1924. Methoden der Viscositätsbestimmung des lebendigen Protoplasmas. Abderhalden Hb. der biologischen Arbeitsmethoden, XI, T. 2. 656.
7. Z u r z y c k a A. i Z u r z y c k i J. 1950. The influence of temperature on the phototactic movements of chloroplasts Acta Soc. Bot. Pol. *20*, 665—680.

Badanie mykotrofizmu roślinności wydm nadmorskich i śródlądowych

Recherches sur le mycotrophisme des associations végétales sur les dunes du littoral de la mer et sur les dunes continentales.

TADEUSZ DOMINIK
(ogólna redakcja pracy)

wpł. 4.IV.51.

(Jest to praca wykonana zespołowo przez pracowników i współpracowników Zakładu Fitopatologii i Ochrony Roślin Uniwersytetu we Wrocławiu).

1. *Ewa Dobrowolska* — Charakterystyka krajobrazu wydm nadmorskich nad Łebą.
2. *Andrzej Nespiak* — Mykotrofizm roślinności wydmy przedniej.
3. *Andrzej Nespiak* — Mykotrofizm roślinności bagienek, leżących w głębi wydm nadmorskich.
4. *Helena Kobryń* — Mykotrofizm drzew i krzewów wydm nadmorskich.
5. *Maria Ziemiańska* — Mykotrofizm roślin runa lasów wśród wydm nadmorskich.
6. *Roman Pachlewski* — Mykotrofizm roślinności wydm śródlądowych.
7. *Tadeusz Dominik* — Łączność grzybów i traw wydmowych — fragmenty wybrane.

Zanim przejdziemy do podania wyników badań, pokrótce przedstawimy cel pracy, miejsce badań terenowych, metodykę i trochę danych z literatury.

Celem pracy jest zapoczątkowanie systematycznych badań nad mykotrofizmem asocjacji roślinnych w ściśle określonych warunkach ekologicznych, aby po zebraniu odpowiednio obszernego materiału, móc wyjaśnić zagadnienie mykotrofizmu z punktu widzenia ekologicznego.

Wydmy piaszczyste, a szczególnie nadmorskie, nastręczają bardzo dobre możliwości stwierdzenia zależności między skąpo rosnącą roślinnością zieloną i grzybami, w warunkach łatwych do określenia ekologicznego. Dlatego właśnie badania zaczynamy od wydm.

Bardzo często na dużych obszarach piasków wydmowych, np. po kilkaset arów, występuje tylko jeden lub dwa gatunki roślin zielonych. Na powierzchniach kilkuarowych można spotkać „czyste kultury“ jednego gatunku rośliny zielonej i obok niej tylko jednego, owocującego masowo grzyba, jak to jest z *Ammophila arenaria* i *Psilocybe ammophila.* Zależności między tymi roślinami muszą istnieć, a piaski nadmorskie, bardzo ubogie w składniki pokarmowe (np. brak azotanów i soli amonowych), pozwalają na śmielsze wnioski, co do sensu tych zależności.

Do spraw tych wrócimy później.

Badania terenowe i zbiory były prowadzone w lipcu i sierpniu 1950 roku na terenie projektowanego parku natury nad Łebą, gdzie znajdują się największe wydmy nad Bałtykiem, oraz w sierpniu i wrześniu na terenie wydm śródlądowych w Miłosnej pod Warszawą.

Badania terenowe ograniczyły się do określenia asocjacji roślinnych, w których zbierano korzenie, do określenia warunków glebowych, pobrania próbek piasków do analizy chemicznej, oraz do określenia grzybów występujących w asocjacjach roślin zielonych.

Badania laboratoryjne polegały na sporządzeniu preparatów mikroskopowych metodą parafinową z zebranych korzeni i na dokładnym oznaczeniu typu życiowego badanych roślin.

Badanie przekrojów odbywało się przy zastosowaniu najlepszych objektywów immersyjnych Zeissa przy powiększeniu 1000—1700× i Numerycznej Aperturze = 1,30.

* * *

Rzadko które tereny, ciekawe z botanicznego punktu widzenia, były tak szczegółowo badane jak wydmy nadmorskie.

Dlatego nie będzie od rzeczy zapoznanie się, choćby pobieżne, z danymi, obrazującymi warunki ekologiczne, panujące na wydmach.

Ponieważ woda, uwilgacająca wydmy bliskie morza, jest wodą słoną, więc też zawartość NaCl w piaskach wydmowych jest ważnym czynnikiem ekologicznym.

M a s c l e f (1888) podaje następujące cyfry dla północnego wybrzeża Francji: wydmy najbliższe morzu zawierają 0,351% NaCl, w odległości 150 m od brzegu 0,17%, a w odległości 1500 m już tylko 0,041%. Dane te obliczone są z suchego piasku.

K e a r n e y (1904) podaje, że na stanowiskach *Ammophila arenaria* piaski zawierają od 0,03—0,003% NaCl, podczas gdy wydmy głębiej leżące (za wydmą przednią) posiadają już tylko 0,003—0,004% NaCl.

Równocześnie autor ten przypomina, że dobre gleby uprawne zawierają od 0,02—0,3% NaCl.

M a s s a r t (1893), opierając się na analizach Klotza, uważa piaski wydmowe brzegu belgijskiego za pozbawione soli, gdyż zawierają one jedynie 0,02% substancji rozpuszczalnych.

Woda gruntowa, pobrana w odległości 10 m od brzegu morza, na głębokości 3 m, zawierała 0,08% wszystkich soli razem. Zaś woda gruntowa z wydm dalszych, z głębokości 12 m, zawierała 0,024% soli mineralnych.

S t o c k e r (1924) podaje następujące zasolenie roztworów glebowych piasków nadbrzeżnych wyspy Darss koło Stralsundu: piasek płaskiego brzegu 0,21%, płaska wydma przednia 0,33%, szczyt wydmy przedniej 1,5 m wysokości 0,32%.

D a r b i s h i r e (1924) i R e i n k e (w/g B e n e c k e i A r n o l d a, 1931) określają dla wybrzeży Anglii i Niemiec przeciętne zasolenie piasków wydmowych w sposób następujący: wydma przednia 0,21%, wydmy głębsze 0,006% soli, obliczonych w stosunku do suchego piasku.

H o c q u e t t e (1927) badając zasolenie piasków w różnych asocjacjach roślinnych, stwierdził, że *Ammophiletum* rozwija się jeszcze przy maksimum 0,4 g chlorków w 1 kg suchego piasku, co odpowiada 0,04%.

Określenie ogólnego zasolenia piasków nadmorskich przez wytytrowanie zawartości chlorków jest praktycznym sposobem, gdyż mnożąc ilość chlorków przez współczynnik 1,8, otrzymujemy z dostateczną dokładnością ogólną zawartość soli mineralnych w piaskach. (Woda morska ma stały stosunek między chlorkami i innymi anjonami. Chlorków jest zawsze 55,6%).

B e n e c k e-A r n o l d (1931) dochodzą do innego wyniku maksymalnego zasolenia dla *Ammophiletum* koło Nordeney, mianowicie maksimum według nich stanowi 1% zasolenia. W sztucznych warunkach kultury *Ammophila* znosiła 1,5—2% zasolenia.

Dokładne studium ekologiczne wydm nadmorskich i głębiej leżących przeprowadzili T o m u s c h a t i Z i e g e n s p e c k (1929) na wydmach wschodnio-pruskich. Wyniki ich przytaczam szczegółowiej, gdyż warunki ekologiczne wydm nad Łebą są prawie identyczne.

Zawartość procentowa fosforu i potasu według ich badań przedstawia się następująco:

Piasek pod	P_2O_5	K_2O
Lichenetum	0,094%	0,103%
Callunetum	0,058%	0,072%

Te same piaski, badane metodą Neubauera, na przyswajalny fosfór i potas dały następuje wyniki:

Piasek pod	P_2O_5	K_2O
Lichenetum	1,22	3.46
Callunetum	0,00	0,25

Badając na zawartość azotynów i azotanów, ci sami autorowie uzyskali następujące wyniki:

Piasek pod	NO_2	NO_3
Lichenetum	—	—
Callunetum	—	—

Dopiero w czterotygodniowych kulturach piaskowych mogli wykryć ślady azotynów i azotanów.

Stąd autorowie przypuszczają, że w „dzikich" piaskach wydmowych żyją jakieś mikroorganizmy, które wytwarzają ciała hamujące procesy nitryfikacyjne.

Bowiem piaski wydmowe, zaszczepione bakteriami gleb ogrodowych, dawały dość szybko znaczne ilości azotanów. (Jest to wskazówką na obecność w piaskach wydmowych związków organicznych).

Gdy do piasków wydmowych dodawali peptonu lub asparaginy, uzyskiwali dość znaczne ilości amoniaku na skutek fermentacji.

Zatem mikroflora bakteryjna piasków wydmowych jest zdolna do dostarczania bakteriom nitryfikacyjnym amoniaku z rozkładu związków organicznych, lecz mikroskopowe ilości tych związków nie pozwalają na wykrycie amoniaku, azotynów i azotanów, przy stosowaniu grubych metod analizy chemicznej.

Badania na obecność w piaskach wydmowych *Azotobactera* wykazały przeważnie jego nieobecność, lub ślady bardzo źle rozwijającego się, co można uważać za skutek zanieczyszczeń laboratoryjnych.

Szkoda, że przy tak dokładnych badaniach laboratoryjnych, autorowie nie uwzględnili piasków pod zespołami wydm bliskich brzegu morskiego, mianowicie *Ammophiletum arenariae.*

Analiza piasków z pod *Ammophiletum* z wydmy przedniej, zebranych przez nas w sierpniu 1950 roku, wykonana przez Stację Chemiczno Rolniczą JUNG we Wrocławiu, dała następujące rezultaty:

Próba piasku pobrana z	P_2O_5	K_2O
1. z wydmy przedniej na 3 m nad poziomem morza	1,1	1,0
2. z wydmy przedniej na 6 m wysokości	0,6	1,0
3. ze szczytu 10 metrowej wydmy przedniej	0,6	1,0
4. zagłębienia wśród wydm dalszych, pokryte przez *Salicetum repentis argenteae*	0,3	1,0

Równocześnie przeprowadzone badania na obecność NH_3 i NO_3 wykazały brak tych dwóch związków. Według oświadczeń Kierownika Stacji zastosowano najczulsze możliwe metody. Pozatem w piaskach wyżej wymienionych wykryto drobne ślady, Ca, Mg i Fe.

Zestawienie wyników naszej analizy z wynikami niemieckimi pokrywa się, możemy więc powiedzieć, że wydmy nadmorskie jak i dalsze (śródlądowe) należą do najuboższych znanych gleb.

Z załączonych zestawień wynika, że ilości soli mineralnych, potrzebne dla normalnego rozwoju przeciętnie wymagających roślin, w piaskach wydmowych spadają mocno poniżej wartości minimum, ustalonych przez Neubauera. Np. fosforowe minimum według niego wynosi 6 mg a potasowe 16 mg.

Chcąc tłumaczyć utrzymanie się roślinności w tych warunkach *(Ammophiletum, Lichenetum, Callunetum),* Tomuschat i Ziegenspeck przypisują dużą rolę grzybom mykorhizowym na wydmach. Znaną jest bowiem rzeczą, że grzyby szczególnie łapczywie wychwytują z podłoża fosfor i zatrzymują go na stałe w swych plechach.

Wyżej wymienieni autorowie zbadali systemy korzeniowe kilku charakterystycznych roślin z wydm piaszczystych nadmorskich, uwzględniając poza morfologią i anatomią ich mykotrofizm lub bakteriotrofizm. Dane uzyskane przez nich zestawiamy w tabelkę.

Gatunek	bakteriotroficz.	autotroficzny	mykotroficzny
Ammophila arenaria		+	
Astragalus arenarius	+		
Cakile maritima		+	
Calamagrostis epigeios		+	
Carex arenaria		+	
Corynephorus canescens		+	
Elymus arenarius		+	
Eryngium maritimum		+	
Honckenya peploides		+	
Epipactis rubiginosa			+
Festuca rubra v. arenaria			+
Lathyrus maritimus	+		
Linaria odora		+	
Petasites tomentosus		+	
Hippophäe rhamnoides			+
Betula spec.			+
Ericaceae (bez wyjątku)			+
Pinus spec.			+

Tomuschat i Ziegenspeck uważają, że zbyt powolnemu obiegowi azotu w warunkach wydmowych, przeciwstawia się mykotrofizm i bakteriotrofizm roślin zielonych. Nie jest on jednak zbyt silnie rozwinięty, gdyż brak w piaskach wydmowych próchnicy.

Nasuwa się pytanie, czy w związku z minimalną ilością próchnicy w piasku wydmowym, w ogóle istnieją grzyby, które by mogły wchodzić w stosunki symbiotyczne z roślinami zielonymi?

Otóż ze znanych nam badań fizjograficznych nad rozmieszczeniem grzybów na wybrzeżu Bałtyku (Teodorowicz, 1936) wynika, że na dawnym polskim wybrzeżu w ciągu jednego sezonu zebrano niespełna 200 gatunków, z których kilkanaście rosło na wydmach przybrzeżnych, a kilkadziesiąt na wydmach porośniętych lasem.

Nasze badania ściśle poparły dane Teodorowicza. Przy poszczególnych opisach asocjacyj roślinnych będziemy podawać listy grzybów, występujących w asocjacjach.

Najdokładniej pod względem mikrobiologicznym zostały zbadane piaski wydmowe Sahary. Chociaż klimatycznie leżą one w zupełnie innych warunkach, to jednak dane są tak frapujące, że pokrótce je przytoczymy.

K i l l i a n i F e h e r (1935, 1938) znaleźli następujące ilości soli mineralnych w piaskach wydmowych koło Beni-Ounif w Algerii:

P_2O_5	K_2O	H_2O	NO_3	próchnicy	pH
1,39	1,76	0,2%	6,09	0,0	8,36

W tych warunkach w gramie piasku znaleźli 8000 bakterii i 2000 grzybów (był to okres letni). Natomiast w okresie wiosennym, kiedy zawartość wody podnosi się do 5,6% (wagowo), w gramie piasku znaleźli 89600 bakterii i 97300 grzybów.

Piaski wydmowe nad Bałtykiem są uboższe w sole mineralne a przede wszystkim w azot, ale zato warunki wodne w nich są korzystniejsze, więc i mikroflora winna być przynamniej taka jak w Beni-Ounif.

Do ekologicznych właściwości wydm nadmorskich, poza opisanymi warunkami glebowymi, należą jeszcze:

1. bezstrukturalność podłoża i piasku,
2. brak powietrza w niewielkiej już głębokości wydmy,
3. brak cząsteczek pylastych w piasku,
4. silna przepuszczalność piasków,
5. łatwe wypłukiwanie związków rozpuszczalnych,
6. odwiewanie korzeni lub przysypywanie pędów,
7. częste i ulewne deszcze, przynoszące trochę przyswajalnego azotu.
8. silne wilgotne wiatry, wiejące przeważnie z morza,
9. silne promieniowanie ogólne i odbite od jasnego piasku,
10. częste i duże wahania temperatury w okresie wegetacyjnym,
11. najwyższe ciśnienie barometryczne w stosunku do innych części lądu.

Różnice między wydmami nadbrzeżnymi i śródlądowymi polegają na tym, że:

1. w piasku wydm śródlądowych znajdują się części pylaste,
2. w zależności od klimatu miejscowego, stosunki wilgotnościowe wydm śródlądowych mogą być gorsze lub lepsze, ale zawsze gorsze od tychże na wydmach nadmorskich,

3. w okresie wegetacyjnym temperatury są wyższe niż nad morzem,
4. przeciętne ciśnienie barometryczne jest zależne od wzniesienia nad poziom morza.

Tylko punkty 1 i 2 wybitnie różnią wydmy nadmorskie od śródlądowych.

Charakterystyka krajobrazu wydm nadmorskich nad Łebą.

Z kilku załączonych zdjęć fotograficznych można wytworzyć sobie pojęcie o charakterze krajobrazu wydmowego nad Łebą.

Jego istnienie zawdzięczamy działalności morza i wiatru. Przy pewnej sile fali morze wyrzuca na brzeg piasek. Piasek ten, po przeschnięciu na silnym słońcu, jest w ciągu dnia odnoszony wiatrem na ląd. W dalszej lub bliższej odległości od brzegu tworzą się z niego małe wydemki, które w czasie nocy zwilża rosa a wiatr wiejący nocą od lądu na morze (zwykle słaby) nie jest w stanie wrzucić piasku z powrotem do morza.

Codziennie przybywa piasku małym wydemkom. Łączą się one powoli między sobą i wytwarzają wydmę przednią. Ta zaś, o ile nie jest umocniona, wędruje w głąb lądu przy pomocy wiatru.

Niesiony wiatrem piasek usypuje najfantastyczniejsze formy, co można obserwować na zdjęciach.

Gdy piasek na swej drodze spotyka opory, np. kępy trawy, pnie drzew, kamienie itp. rzeczy, wtedy przed takimi oporami kopie doły, a za nimi usypuje długie piaszczyste języki. W ogóle piasek zachowuje się podobnie do sypkiego śniegu.

Na terenie Łeby wydmy dalsze od brzegu przybierają olbrzymie wymiary. Największa z nich, już w odległości 800 m od brzegu, dochodzi do 43 m wysokości, a ciągnie się na kilka kilometrów z zachodu na wschód. Wydma ta bardzo powoli posuwa się naprzód, zasypując wklęśnięcia śródwydmowe, porośnięte lasem.

Można spotkać takie lasy, świeżo zasypane piaskiem, gdzie wystające szczyty sosen są jeszcze zielone. Z przeciwnej strony wydmy proces bywa odwrotny. Tam piaski usuwając się, odsłaniają dawno zasypane zwęglone pnie i całe drzewa dawnych lasów sosnowych. Między odsypanymi sosnami trafiają się grube pnie, zupełnie czarne, należące do zwęglonych dębów. Taki odsypany las robi wrażenie spalonego.

Rys. 1—8. 1.Krajobraz wydmy przedniej widziany od lądu. 2. Piaski płaskiego wybrzeża przed wydmą przednią z silnie zaznaczoną erozją wiatrową. 3. Krajobraz wydm głębszych z najwyższą wydmą w terenie (43 m). 4. Piramida starej wydmy ustalonej zasypywana lotnym piaskiem. 5. Zaklęśnięcia wśród wydm z Salicetum repentis. 6. Olbrzymia wydma ruchoma zasypuje stare wydmy utrwalone. 7. *Salix repens* wkracza na spokojniejszą wydmę ruchomą po stronie odwietrznej wydmy. 8. Fragment olbrzymich ruchomych wydm o krajobrazie Sachary.

Fot. E. Dobrowolska

Rys. 9—14. 9. Krajobraz zespołu *Ammophila arenaria* i *Psilocybe ammophila*. 10. Jak rys. 9. 11. *Carex arenaria* na lotnych piaskach głębiej leżących wydm. 12. *Festuca rubra*. v. *arenaria* z owocującym *Ithyphallus iosmus* na przedniej wydmie. Po prawej stronie jeszcze nie wystrzelone „jajo" Ithyphallusa. 13. Krajobraz wydm pokrytych lasem sosnowym. 14. Czasem wśród wydm nadmorskich można spotkać dobrze wyrośnięty jałowiec.

Fot. E. Dobrowolska

Na terenie wydm młodych można spotkać, podobne do piramid, występy starej gleby leśnej, czasem z licznymi horyzontami orsztynu próchnicowego.

W innych znów miejscach bywają odwiewane stare gleby leśne, na których już niema śladów drzew. Są to „wykopaliska" z czasów innego klimatu, gdyż miąższość orsztynów dochodzi do 80 cm. W publikacjach niemieckich spotyka się przypuszczenia, że wiek

tych gleb sięga aż do Litoriny *(Litorina-Meer)*. Do odłożenia takich orsztynów trzeba bardzo intensywnych procesów bielicowania.

Wśród wydm istnieją miejsca, gdzie jak okiem sięgnąć, ciągną się oślepiająco białe piaski; od horyzontu do horyzontu, robiąc wrażenie pustyni afrykańskiej. Takie fragmenty były wyzyskiwane do nakręcania filmów z Sahary.

Jednak nie wszędzie istnieje taka pustynia. Są piaski mniej ruchome, wtedy rośliny mogą się zakorzenić i powstają mniej lub więcej urozmaicone zespoły roślinne do lasów włącznie. Na przykład przeważnie tuż za wydmą przednią wyrasta las sosnowy z bażyną (*Pinetum empetrosum)*, w którym poza *Empetrum nigrum* wyrasta wrzos *(Calluna vulgaris)*. W miejscach wilgotniejszych można tu nawet spotkać domieszkę olszy.

Nie jest rzadkością wśród wydm bór bagno. Wtedy między sosnami i pojedyńczymi brzozami, poza wrzosem, znajdujemy poduszki torfowców, *Vaccinium uliginosum, Oxycoccos palustris, Ledum palustre* i trzcinę. Trzcina rośnie tu często wprost w poduszkach torfowców.

W takich borach bagnistych, na polanach, występują masowo rosiczki: *Drosera anglica, Drosera rotundifolia* i *Drosera intermedia.*

Do jeszcze innego typu krajobrazu należą tereny porośnięte wierzbą *(Salix repens* f. *argentea)*. Takie tereny robią smutne wrażenie tundry.

Gdy między zespoły wierzbowe wkracza wrzos, wtedy wierzby rosną gorzej i *Salicetum repentis* przechodzi w *Calunetum.* Na terenach odkrytych i w mrozowiskach utrzymuje się jednak tylko do okresu silnych mrozów.

Gdy wrzos wymarznie, wtedy wszystko zaczyna się od początku. Bywa, że nim zaczną rosnąć trawy pionierskie, wiatr uruchamia piasek i wydma idzie dalej.

Nie ma miejsca na opisanie szczegółów, które czy to ze strony estetycznej, czy to botanicznej zasługują na uwagę. Jednak trzeba słów kilka poświęcić grzybom.

Na wydmie przedniej, wśród traw pionierskich, jak *Ammophila arenaria, Ammophila baltica, Festuca rubra* v. *arenaria, Elymus arenarius* i *Corynephorus canescens,* występują na ruchomych piaskach dwa gatunki grzybów tak pospolicie, że należą do elementów krajobrazu nadmorskiego. Są to: *Psilocybe ammophila* i *Ithyphallus iosmus.*

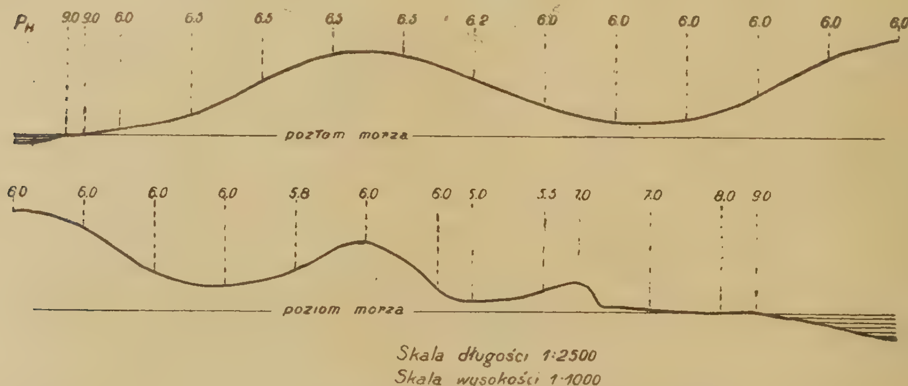
Psilocybe jest nieodłącznym towarzyszem *Ammophili,* choć raz spostrzegliśmy go w towarzystwie *Corynephorus canescens,* gdzie w dużej odległości żadna inna trawa nie rosła.

Zato *Ithyphallus iosmus* wyrasta przy wszystkich trawach wydmy przedniej. W jego towarzystwie trawy gorzej rosną a nawet obumierają.

W głębi wydm do najpospolitszych grzybów, miejsc nie objętych lasem, gdzie rośnie choćby kilka maleńkich brzózek wśród wrzosów, należy kozak *(Boletus scaber).*

Inne grzyby będą podawane przy opisach szczegółowszych zespołów.

Na zakończenie części opisowej terenu podam wyniki badań nad odczynem piasków wydmowych.



Rys. 15. Przedstawia odczyn piasków wydmowych

Przekrój, przedstawiony na rysunku, został wykonany w poprzek przesmyku między morzem i jeziorem Łebą, które czasem nazywają „małym morzem". Miejsce zostało wybrane za najwyższą wydmą, zwaną Białą Górą lub Łysą Górą, a dawniej nazywającą się Lontzken.

Trzeba jeszcze wspomnieć, że sosny, wyrastające wśród wydm, nawet gdy rosną w zwarciu, wyrastają niewysokie, krępe, o szerokich koronach i pokręconych gałęziach.

Inne gatunki drzew są tu rzadko spotykane poza brzozą, która czasem towarzyszy sośnie. Z krzewów można natknąć się na jałowiec, który zwykle na wydmach śródlądowych występuje masowo.

Gdy dobry obserwator rozgląda się po wydmach, zauważy wszędzie erozję wiatrową. Czasem zbocza wydm są nią pocięte jakby jakimś fantastycznym heblem. Niekiedy z piasku powstają grzyby lub miniaturowe zamki z murami obronnymi. Nigdy odkryty piasek

nie leży na miejscu. Nawet niezbyt wielki wiatr przenosi go z miejsca na miejsce. Mokry piasek i zbity również nie uleży spokojnie, gdy niesiony wiatrem suchy piasek szlifuje go jak szmergiel.

Taki niesiony piasek w czasie sztormów potrafi wbijać się w tkanki korowe roślin młodych, nie okrytych jeszcze korowiną lub specjalnie zgrubiałą błoną zewnętrzną epidermy, jak to jest u traw wydmowych.Rośliny silnie porażone piaskiem obumierają.

Dlatego przeważnie wśród wydm spotykamy rośliny sztywne, twarde, łatwo przecinające ręce, przy próbach ich zerwania.

Do czynników charakterystycznych w życiu wydm należą mrówki, których tu żyją masy. Szczególnie na wydmach ustalonych. Mogą one brać udział w przenoszeniu grzybów na nowe stanowiska.

Gdy już rozpatrujemy krajobraz z punktu widzenia ekologicznego, to należy poświęcić kilka słów takiemu czynnikowi jakim jest leśnik.

Leśnicy przez swe sztuczne zalesianie wydm lub pokrywanie ich kwadratami, utkanymi z chrustu, dopomagają roślinom wydmowym do opanowania piasków, lecz równocześnie niszczą pierwotne piękno krajobrazu, co nie powinno mieć miejsca przynajmniej na terenie projektowanego parku natury koło Łeby.

Poza tym leśnicy wprowadzają na wydmy gatunki sosen, obce dla terenu, np. kosodrzewinę lub sosnę czarną. Gatunki te również nie powinny się znajdować w rezerwatach przyrodniczych.

Mimo tego w badaniach nad mykotrofizmem zostały one uwzględnione, gdyż ciekawe jest, czy znajdują grzyby symbiotyczne na takich zupełnie obcych dla siebie terenach.

Mykotrofizm roślinności wydmy przedniej.

Wydma przednia jest najbliższą wydmą brzegu morza. W wypadku badanym przez nas była przeważnie stromą ścianą o przeciętnym kącie pochyłości większym od 45^0. Wystawa wydmy była albo czysto północna, albo północno-zachodnia.

Jest to miejsce najbardziej wystawione na morskie wiatry i na oprysk z fal przy wielkich sztormach.

Przeciętnie odczyn piasków wydmy przedniej, badany na miejscu metodą kolorymetryczną, wahał się od pH = 6,5 — 7,0. Z tym, że podstawa wydmy była więcej alkaliczna niż jej szczyt; a w tym samym czasie zbadana woda morska wykazywała pH = 9,0.

Przy analizie chemicznej próbek piasków nadmorskich, zebranych z przedniej wydmy, odczyn wypadł więcej przesunięty w kierunku kwaśnym, pH = 5,0 — 5,2

Trudno powiedzieć dlaczego po przewiezieniu do laboratorium i przeschnięciu piaski stały się kwaśniejsze. Podobne zjawisko zaobserwowali również badacze niemieccy.

Z punktu widzenia fitosocjologicznego na wydmie przedniej można wyróżnić dwa skupienia roślinności: tuż pod przednią wydmą na plaży lub na małych wydemkach występują pojedynczo rośliny, nie tworzące jeszcze asocjacji oraz asocjacje wydmy przedniej.

Obserwacje nasze, co do składu gatunkowego, pokrywają się z danymi Huecka (1932) i Erny Mayer (1936), którzy podają, że przed wydmą przednią występują luźno:

Honckenya peploides,
Ammophila arenaria,
Cakile maritima.

Na przedniej zaś wydmie, od podnóża do szczytu panuje *Ammophiletum arenariae (= Psammetum)*, z następującym kompletem gatunków:

Ammophila arenaria,
Ammophila baltica
Elymus arenarius,
Festuca rubra v. arenaria,
Corynephorus canescens,
Viola tricolor f. maritima,
Jasione montana,
Hieracium umbellatum v. stenophyllum,
Artemisia campestris f. typica,
Artemisia campestris f. maritima,
Lathyrus maritimus,
Anthyllis vulneraria.

W zespole tym główną masę tworzy *Ammophila* a miejscami *Festuca*. Niekiedy *Anthyllis vulneraria* tworzy lite skupienia na wielkich powierzchniach.

Do tego zespołu należą jeszcze trzy gatunki bardzo wierne, mianowicie

Psylocybe ammophila,
Ithyphallus iosmus
Tarzetta ammophila,

oraz mniej wierny gatunek grzyba

Hygrophorus chlorophanus (maritimus?)

Wreszcie miejscami wchodzi wyraźnie w zespół również wierzba *Salix repens*, która wewnątrz wydm tworzy całe zespoły.

Wyżej opisana asocjacja tuż poza szczytem wydmy przedniej przechodzi w *Corynephoretum* lub miejscami w *Salicetum repentis*.

W tych to warunkach ekologicznych i fitosocjologicznych zostały zebrane wszystkie systemy korzeniowe roślin, wchodzących w skład asocjacji. Zebrano po kilka systemów korzeniowych z różnych miejsc, żeby wykluczyć przypadkowość. Korzenie zakonserwowano w 95% alkoholu.

Metoda badań laboratoryjnych została opisana we wstępie do pracy. Wyniki badań zestawiono w załączonej tabeli.

Gatunek rośliny	włośniki	autotrof.	mykorhiza ektotr.	mykorhiza endotr.	bakteriotrof.
Ammophila arenaria	+	+	—	—	—
Ammophila baltica	+	+	—	—	—
Elymus arenarius	—	+		—	—
Festuca rubra v. arenaria	—	+	—		—
Corynephorus canescens	+	+	—	—	—
Viola tricolor v. maritima	+	+	—	—	—
Jasione montana	+	+	—	—	—
Hieracium umbellatum	—	+		—	
Artemisia campestris		+	—	—	—
Honckenya peploides	+	+		—	—
Linaria odora	+	+	—	—	—
Cakile maritima	+	+			
Rumex acetosella	—	+	—	—	—
Lathyrus maritimus	+	—	—	—	+
Anthyllis vulneraria	+	—	—		+
Salix repens	—	—	+	—	—

Z powyższego zestawienia, obejmującego wszystkie znalezione przez nas rośliny na wydmie przedniej, wynika, że zespół *Ammophiletum* jest pozbawiony współżycia grzybowego. Rodzina *Papilionaceae* i tutaj zachowuje swój bakteriotrofizm, a wierzba jest wyjątkiem nie tylko w zespole, lecz również w ogóle między wierzbami na wydmach, gdyż ten sam gatunek wewnątrz wydm nie tworzy mykorhizy ektotroficznej, lecz słabą endotroficzną. Zespół więc uznajemy za autotroficzny.

Większość roślin autotroficznych wytwarza najcieńsze korzonki, bardzo nieregularne. Na przekroju poprzecznym nie tylko kontur korzenia jest nieregularny, lecz i błony komórkowe rhizodermy i zewnętrznych warstw komórek miękiszu korowego są bardzo silnie powyginane.

Zastanawiający jest również fakt, że część gatunków autotroficznych albo zupełnie nie wytwarza włośników, albo tworzy je sporadycznie i to w bardzo niewielkiej ilości.

Mykotrofizm roślinności bagienek, leżących w głębi wydm nadmorskich.

Tereny badań przedstawiały się jako zaklęśnięcia wśród nagich wydm o powierzchni około 1—1,5 km² lub mniejsze.

Otaczające wysokie wydmy (do 43 m) chroniły „bagienka" od bezpośredniego wpływu wiatrów morskich.

Gleba zaklęśnięć przedstawia się jako zbity piasek, pokryty gęstym pokrowcem mchów i tuż prawie pod powierzchnią mający trudną do rozerwania i przebicia warstwę darni, złożonej z zasypanych pędów i chwytników mchów, oraz korzeni i pędów podziemnych roślin kwiatowych.

Pod tym pokrowcem bezpośrednio zalegał orsztyn próchnicowy, około 5 cm miąższości, a zaraz pod nim zaczynał się piasek wydmowy, zbity, wilgotny.

Odczyn gleby na terenach takich wynosił na powierzchni, między mchami pH = 5, w poziomie orsztynu, pod zbitym pokrowcem, wyżej opisanym pH = 4—5. (Objaw spłukiwania kwasów próchnicowych w głębsze pozbawione wapnia horyzonty).

Analiza gleby wykazała:

P_2O_5	K_2O	NH_3	NO_3	Ca	Fe	Mg
0,3	1,0	0,0	0,0	ślady	ślady	ślady

Na takich terenach można było wyróżnić trzy pasy roślinności, przechodzące łagodnie jeden w drugi.

Brzegi niecki porośnięte były *Callunetum* z niewielką ilością siewek sosnowych i brzozowych.

Miejscami *Callunetum* przechodziło w *Empetretum*, z tym, że *Empetrum nigrum* w takich miejscach było elementem cofającym się przed inwazją wrzosu.

W *Callunetum* i *Empetretum* znajdowaliśmy następujące rośliny:

Calluna vulgaris
Linaria odora,
Carex arenaria,
Lycopodium clavatum,
Corynephorus canescens,
Anthyllis vulneraria,
Salix repens.

Głębiej, bez wyraźnego odgraniczenia, zalega krąg *Salicetum repentis* z następującym składem gatunkowym:

Salix repens,
Salix nigricans,
Salix spec.
Betula verrucosa,
Betula pubescens,
Populus tremula,
Pinus silvestris.

Gatunki te nie tworzą żadnego zwarcia. Wiek ich nie przekracza 15—20 lat, a wzrost 2 m. Wśród roślin drzewiastych znaleziono:

Carex spec.,
Juncus effusus,
Jancus lamprocarpus,
Lycopus europaeus,
Erytrea centaurium,
Epilobium palustre,
Lythrum salicaria,
Ranunculus flammula,
Lotus uliginosus.

Poza tym w zespole tym gęsty pokrowiec mchów tworzyły:

Polytrichum juniperinum,
Racomitrium canescens,
Ceratodon purpureus,
Brachytecium albicans,
Tortula ruralis.

Centrum niecki przeważnie z rzadka porastały drzewka wyżej wymienione, oraz między gęstym pokrowcem mchów następujące rośliny:

Drosera rotundifolia,
Drosera anglica,
Drosera intermedia,
Pirola minor,
Andromeda polifolia,
Eriophorum vaginatum,
Phragmites communis.

Po całym terenie zdarzały się kępki, słabo rozwiniętej trawy *Aira caryophyllea*.

Wśród roślinności wymienionej w nieckach śródwydmowych zebrano następujące gatunki grzybów:

Boletus scaber,
Boletus luteus,
Galera mniophila,
Hygrophorus chlorophanus (maritimus?)
Mycena spec.
Psilocybe ericacea,
Russula fragilis,
Telamonia rigida.

Z każdego gatunku roślin zielonych zebrano korzenie i jak już poprzednio opisano, poddano badaniom mikroskopowym.

Wyniki zestawione są w następującej tabeli:

Gatunek rośliny	włośniki	autotrof.	mykorhiza		bakterio-troficzna
			endotr.	ektotr.	
Carex arenaria	+	+	—	—	—
Carex spec.	+	+	—	—	—
Juncus effusus	+	—	+	—	—
Juncus lamprocarpus	+		+	—	—
Lycopodium clavatum	+	+	—	—	—
Drosera rotundifolia	—	+	—	—	—
Drosera anglica	—	+	—	—	—
Drosera intermedia	—	+	—	—	—
Eriophorum vaginatum	—	+	—	—	—
Aira caryophyllea	+	—	+	—	—
Corynephorus canescens	+	+	—	—	—
Phragmites communis	+	+	—	—	—
Linaria odora	+	+	—	—	—
Lycopus europaeus	—	+	—	—	—
Erytrea centaurium	+	+	—	—	—
Epilobium palustre	—	+	—	—	—
Lythrum salicaria	—	—	—	+	—
Ranunculus flammula	—	+	—	—	—
Anthyllis vulneraria	—	—	—	—	+
Lotus uliginosus	+	—	+	—	+
Pirola minor	—	—	+	—	—
Andromeda polifolia	—	—	—	+	—
Calluna vulgaris	—	—	+	—	—
Empetrum nigrum	—	—	+	—	—
Betula verrucosa	—	—	—	+	—
Betula pubescens	—	—	—	+	—
Populus tremula	—	—	—	+	—
Pinus silvestris	—	—	—	+	—
Salix repens	—	—	+	—	—
Salix nigricans	—	+	—	—	—
Salix spec.	—	—	+	—	—

Analizując powyższe zestawienie, znajdujemy w nim ciekawe przypadki z punktu widzenia fizjologicznego, mianowicie mykorhizę ektotroficzną u *Lythrum salicaria* i mykorhizę endotroficzną u rodzaju *Juncus*. Mykotrofizm *Juncus spec.* w ogóle nie był znany, a mykorhiza ektotroficzna u *Lythrum* jest rzadkim wyjątkiem, gdyż normalnie rośliny zielne tworzą mykorhizy endotroficzne (poza wyjątkami, opisanymi przez Hesselmana u *Polygonum viviparum* za kołem podbiegunowym w Szwecji).

Mykrotroficznymi okazują się tutaj wszystkie rośliny drzewiaste i krzewiaste, wrzosowate i trawa (Aira).

Ciekawie na wydmach zachowują się wierzby, tworząc typowe współżycie endotroficzne, podczas gdy zawsze podawano u wierzb mykorhizę ektotroficzną.

Lotus uliginosus poza bulwkami, w których nie można było dopatrzyć się bakterii, tworzył mykorhizę endotroficzną i rozwijał się bardzo słabo.

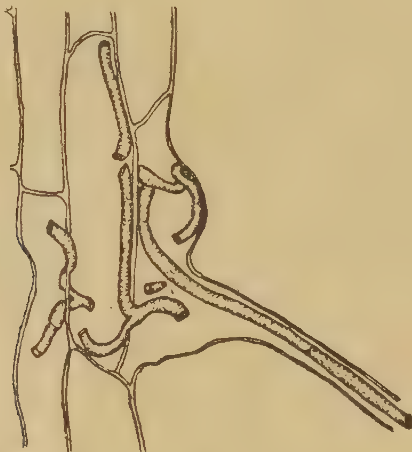
Rys. 16. *Carex* spec. przekrój poprzeczny młodego korzonka

Rys. 17. *Juncus* spec. przekrój poprzeczny młodego korzonka autotroficznego

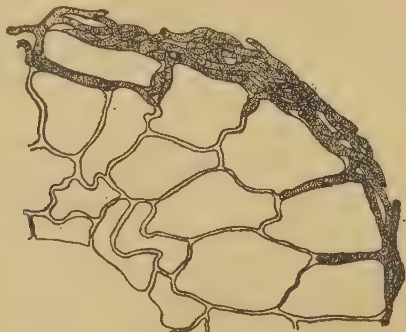
W ogóle można powiedzieć, że wszystkie rośliny w wyżej opisanych warunkach, wykazały wybitną karłowatość, a ich systemy korzeniowe (za wyjątkiem roślin bagna wysokiego) etiolację głodową.

Załączone rycinki przedstawiają stosunki anatomiczne u ciekawszych gatunków, co lepiej je przedstawia niż opisy.

I w tym wypadku trzeba zwrócić uwagę na fantastyczne powyginanie błon komórkowych u roślin sterylnych, a regularność konturu korzenia i błon komórkowych u roślin mykotroficznych i bakteriotroficznych.



Rys. 18. *Jancus lamprocarpus*, fragment przekroju podłużnego korzonka mykotroficznego. Widoczna strzępka przenikająca przez włośnik do kory korzenia



Rys. 19. *Lythrum salicaria*, fragment przekroju poprzecznego korzonka mykotroficznego z mykorhizą ektotroficzną

W powyżej opisanych asocjacjach stosunek roślin samożywnych do mykotroficznych i bakteriotroficznych zmienił się na korzyść roślin symbiotroficznych, gdyż jest ich 53%, czyli zespół można określić jako zespół symbiotroficzny z przewagą roślin mykotroficznych (47%).

Ogólnie określając stopień symbiotrofizmu, można powiedzieć, że współżycie w tym zespole jest jeszcze słabe, a mykorhizy wy-

kształcają się rzadko i mało intensywnie, jeśli chodzi o przegrzybienie korzeni.

Bardzo charakterystycznym objawem w glebach zespołu jest stała obecność grubych brązowych strzępek, które przylegają do korzeni nawet z reguły autotroficznych roślin, jak na przykład *Carex arenaria, Drosera rotundifolia* itp., czasem tworzą nawet gęściejsze skupienia, a rzadko kiedy przenikają do zewnętrznych komórek korzeni (włośniki).

Strzępki te nie wydają się szkodzić rośilnom i należą do mikroflory rhizosfery.

Mykotrofizm drzew i krzewów na wydmach nadmorskich.

Zadaniem moim było zebranie i zbadanie korzeni wszystkich drzew i krzewów, które na wydmach można spotkać.

Opisywanie asocjacji czy agregacji roślinnych, w których rośliny drzewiaste występowały, stworzyłoby dodatkową publikację, której podobne już z terenu ogłoszono w niemieckich czasopismach (H u e c k, 1932).

Dlatego ograniczę się jedynie do umieszczenia w zestawieniach rubryki z podaniem nazwy otoczenia lub asocjacji, z której pobrałam próbki do badań anatomicznych.

Ogólny charakter otoczenia opisała dla całego terenu Ewa Dobrowolska. Dlatego nawet nie potrzeba tutaj przytaczać charakteru gleb.

Dla przypomnienia tylko podam, że tereny piasków w zaklęśnięciach, objętych przez *Sphagneta,* posiadały odczyn zbliżony do pH = 4,0 a tereny wyższe pod laskami sosnowymi wykazywały pH = 4,2 — 5,2.

Gleby w laskach były pokryte ściółką, przeważnie słabo rozkładającą się, choć były i takie miejsca, gdzie ściółka rozkładała się sprawniej.

Niektóre lasy miały charakter wysokobagiennych *(Pineta sphagnosa)* z całym kompletem charakterystycznej roślinności runa.

Zawartość soli mineralnych i związków azotowych, łatwo przyswajalnych przez rośliny zielone, w glebach pod lasami wydmowymi była następująca:

P_2O_5	K_2O	NH_3	ON_3	Ca	Fe	Mg
0,4 — 1,2	1,0 — 2,0	0,0	0,0	ślady	ślady	ślady

Azot mógł się znajdować tylko w postaci organicznej w niewielkiej domieszce próchnicy.

Łatwo przesiąkliwe podłoże uprowadza szybko rozpuszczalne związki próchnicowe w głąb wydmy, gdzie korzenie nie sięgają. W glebie sole mineralne znajdują się w ilościach, leżących poniżej przyjętych minimów, dla normalnego rozwoju roślin zielonych.

Ponieważ roślinność runa jest opracowana osobno, więc tutaj jedynie wymienię grzyby, które zebrano w różnych asocjacjach.

Pinetum empetrosum i Pinetum callunosum:

Boletus chrysenteron
Boletus scaber
Boletus variegatus
Boletus edulis
Cantharellus cibarius
Clitocybe laccata v. rufocarnea
Gomphidius viscidus
Rhizopogon luteolus
Lactarius rufus
Russula emetica

Pinetum vacciniosum:

Amanita pantherina
Amanita mappa
Amanita rubescens
Amanita phalloides
Lactarius piperitus
Lactarius serifluus
Limacium spec.

Pinetum graminosum:

Boletus edulis
Boletus variegatus
Boletus bovinus
Boletus luteus
Gomphidius viscidus

Pinetum sphagnosum:

Cantharellus aurantiacus
Hygrocybe chlorophana
Rosites caperata
Pezizales (liczne gatunki)

Alnetum glutinosae:

Clitocybe laccata v. ametystina
Limacium olivacea-album
Myxacium collinitum
Paxillus atro-tomentosus
Paxillus involutus

Materiał korzeniowy został zebrany osobno z poszczególnych asocjacji. Metodę badań stosowałam podaną na wstępie pracy.

Wyniki badań zostały zestawione w następującej tabeli:

Gatunek rośliny	Asocjacja	wło-sniki	auto-trof.	mykorhiza ekto	mykorhiza endo	bakte-riotrofi
Alnus glutinosa	Alnetum	—	—	—	+	—
Betula verrucosa	Ammophiletum	—	—	—	+	—
Betula pubescens	Pinetum sphagnosum	—	—	+	—	—
Juniperus communis	Pinetum callunosum	—	—	—	+	—
Juniperus communis	Pinetum callunosum	—	—	+	—	—
Juniperus communis	Pinetum vacciniosum	—	—	—	+	—
Pinus silvestris	Pinetum empetrosum	—	—	—	+	—
Pinus silvestris	Pinetum callunosum	—	—	+	—	—
Pinus montana	uprawa	—	—	—	+	—
Pinus montana	Pinetum cladoniosum	—	—	+	—	—
Populus tremula	Pinetum vacciniosum	—	—	+	—	—
Populus tremula	Pinetum callunosum	—	—	+		—
Populus tremula	uprawa	—	—	+	—	—
Myrica gale	Pinetum sphagnosum	—	—	—	+	—
Salix viminalis	Pinetum vacciniosum	—	—	—	+	—
Salix nigricans	Pinetum callunosum	—	—	+	—	—
Salix repens	Pinetum empetrosum	—	—	—	+	—
Sorbus aucuparia	Pinetum	—	—	+	—	—
Quercus sessilis	Pinetum vacciniosum	—	—	+	—	—
Ribes spec.	Pinetum empetrosum	+	—	—	+	—

UWAGA: *Alnus glutinosa* i *Myrica galé* nie współżyją z grzybami lecz z promieniowcami *(Actinomycetales)*, lecz żeby nie rozdymać niepotrzebnie rubryk w zestawieniu, włączyłam te rodzaje po staremu do mykorhizy endotroficznej.

Z zestawienia widać, że bez wyjątku wszystkie drzewa i krzewy lasów wydmowych są mykotroficzne.

Niektóre gatunki w różnych zespołach wykazały różny typ współżycia, lecz zbyt skąpe ilości próbek nie pozwalają na wyciąganie jakichś wiążących wniosków z tych kilku faktów. Po prostu można będzie w przyszłości zwrócić uwagę, czy zjawisko to jest stałe, czy przypadkowe.

Jeden wniosek zupełnie pewny można wyciągnąć z moich badań, mianowicie, że drzewa i krzewy, wyrastające na wydmach, są mykotrofami obligatorycznymi, bo nawet w tak ubogich glebach, jak piaski wydmowe, wchodzą w związki z grzybami.

Mykotrofizm roślin runa lasów wśród wydm nadmorskich.

Opisując warunki bytu drzew i krzewów lasów wydmowych, Helena Kobryń równocześnie dała podstawy pod ekologię roślin runa tych lasów.

Chcę jeszcze tylko dorzucić słów kilka na temat struktury biologicznej tych lasów.

Otóż są to przeważnie naturalne asocjacje różnowiekowe, o nieregularnym lukowatym zwarciu. Wysokość silniej zwartych zespołów sosnowo-brzozowych lub brzozowo-sosnowych dochodzi w najlepszym wypadku do 8 m. Wiek trudno określić, gdyż sosny na wydmie nie dają typowego wzrostu dla znanych wymiarów, skoordynowanych z wiekiem, na innych bonitacjach. Jednak z charakteru kory można niektórym okazom przyznać około 80—100 lat, a może nawet i więcej.

Nierównomierność zwarcia i wysokości stwarza bardzo różne warunki rozwojowe dla runa i daje dzięki temu dość duże urozmaicenie jeśli chodzi o ilość gatunków.

Metodykę badań stosowałam podaną na początku pracy. Następująca tabela zestawia wyniki badań według asocjacji.

Pinetum empetrosum jest w 50% symbiotroficzne. Mykorhizowe rośliny stanowią 47,2%.

Pinetum callunosum jest w 40% mykotroficzne.

Pinetum sphagnosum wykazuje w 52,5% mykotroficzność, a 47,5% roślin prowadzi życie autotroficzne, jeśli chodzi o korzenie; natomiast rosiczki dożywiają się owadami, więc właściwa heterotroficzność roślin bagna wysokiego wynosi 68,5%, nie osiągając 100%, czego można było się spodziewać.

Gatunek rośliny	Asocjacja	włośniki	autotrof.	mykorhiza ekto	mykorhiza endo	bakteriotrof.
Agrostis alba	Pinetum empetrosum	+	—	—	+	—
Agrostis spec.		+	+	—	—	—
Aira caryophyllea		—	+	—	—	—
Carex arenaria		+	+	—	—	—
Luzula campestris		+	+	—	—	—
Holcus lanatus		+	+	—	—	—
Stellaria spec.		+	+	—	—	—
Anthoxanthum odoratum		+	+	—	—	—
Lycopodium clavatun		+	+	—	—	—
Hieracium umbellatum		—	+	—	—	—
Anthyllis vulneraria		+	—	—	—	+
Jasione montana		—	+	—	—	—
Viola tricolor		+	+	—	—	—
Viola tricolor f. maritima		+	—	—	+	—
Rumex spec.		—	+	—	—	—
Urtica dioica		+	+	—	—	—
Artemisia maritima		—	—	—	+	—
Epilobium angustifolium		—	—	—	+	—
Epilobium spec.		—	—	—	+	—
Arctostaphylos uva ursi		—	—	—	+	—
Pirola rotundifolia		—	—	—	+	—
Pirola secunda		—	—	—	+	—
Goodyera repens		—	—	—	+	—
Orchis maculatus		—	—	—	+	—
Empetrum nigrum		—	—	—	+	—
Aspidium thelypteris		+	—	—	+	—

Gatunek rośliny	Asocjacja	włośniki	autotrof.	mykorhiza ekto	mykorhiza endo	bakteriotrof.
Calluna vulgaris	Pinetum callunosum	—	—	—	+	—
Aira caryophyllea		—	+	—	—	—
Corynephorus canescens		—	+	—	—	—
Stellaria spec.		—	+	—	—	—
Luzula pilosa		—	+	—	—	—
Taraxacum officinale		—	—	—	—	—
Cirsium lanceolatum		—	—	—	+	—
Epilobium angustifolium		—	+	—	—	—
Epilobium hirsutum		—	+	—	—	—
Linaria odora		—	+	—	—	—
Veronica teucrium		—	—	—	+	—
Potentilla spec.		—	—	—	+	—
Rumex spec. spec.		—	+	—	—	—
Melampyrum vulgatum		+	+	—	—	—
Polypodium vulgare		+	+	—	—	—
Carex Goodenoughi	Pinetum sphagnosum	+	+	—	—	—
Carex spec.		+	+	—	—	—
Juncus bufonius		+	+	—	—	—
Juncus lamprocarpus		+	+	—	—	—
Eriophorum vaginatum		—	+	—	—	—
Drosera rotundifolia		—	+	—	—	—
Drosera anglica		—	+	—	—	—
Drosera intermedia		—	+	—	—	—
Veronica spec.		—	—	—	+	—
Ranunculus flammula		—	—	—	+	—
Phragmites communis		—	—	—	+	—
Orchis maculatus		—	—	—	+	—
Oxycoccos palustris		—	—	—	+	—
Vaccinium vitis idea		—	—	—	+	—
Calluna vulgaris		—	—	—	+	—
Erica tetralix		—	—	—	+	—
Ledum palustre		—	—	—	+	—
Lycopus europaeus		—	—	—	+	—
Phleum Boemmeri		+	+	—	—	—

W badaniach moich *Juncus lamprocarpus* i *Juncus bufonius* okazały się autotroficznymi.

Poza stwierdzeniem faktów i przeglądem statystycznym żadnych wniosków nie wyciągam, pozostawiając je przyszłości, gdy się zbierze więcej materiału faktycznego.

Mykotrofizm roślinności wydm śródlądowych.

Wydmy okolic Miłosnej pod Warszawą leżą w ciągu wydmowym Celestynów—Zegrze. Powstały one podczas cofania się ostatniego lodowca, są zatem fluwioglacjalne.

Jeśli chodzi o ogólny czas powstania, to wydmy podwarszawskie są znacznie starsze od wydm nadmorskich koło Łeby.

W składzie swym fizycznym piaski wydmowe podwarszawskie zawierają domieszkę części pylastych, a miejscami mogą się w nich znajdować nawet stare muły osadowe z czasów, gdy Wisła rozlała się w szerokie jezioro, przy cofaniu się lodowca.

Przeciętny odczyn piasków badanych przeze mnie wynosił pH = 5,0. Dokładne badania fitosocjologiczne na tych terenach przeprowadziła Juraszkówna (1928).

Badania moje objęły jedynie roślinność wydm ruchomych. Dlatego przytoczę tylko dane fitosocjologiczne, odnoszące się do nieustalonych piasków.

Według Juraszkówny (1928) tereny silnie ruchome pokrywa w pierwszym rzędzie *Elymetum arenariae, Calamagrostidetum* i *Corynephoretum canescentis* z następującym składem gatunkowym:

Elymus arenarius,
Calamagrastis epigeios,
Festuca rubra,
Festuca rubra v. vivipara,
Agrostis canina v. arida,
Carex arenaria,
Carex precox
Carex hirta,
Carex Goudenoughii,
Triticum repens,
Astragalus arenarius,
Peucedanum oreoselinum,
Koeleria glauca,
Corynephorus canescens,
Viola canina v. ericetorum,
Pinus silvestris,
Quercus robur,
Salix spec.
Populus nigra,
Juniperus communis.

Według obserwacji, poza wymienionymi gatunkami, trafiają się i inne. W załączonej tabeli znajdujemy wykaz gatunków, których korzenie zebrałem i przebadałem. Jest ich więcej niż to podaje Juraszkówna, gdyż zbierałem również rośliny z brzegów ruchomych piasków.

Na badanym przeze mnie terenie, w okresie obu pobytów, znalazłem tylko jednego grzyba.

Bovista tunicata,

który tworzył czarcie kręgi wokół kęp, złożonych z *Quercus pedunculata, Betula verrucosa, Rumex acetosella* i *Carex arenaria.*

Poniżej załączona tabela przedstawia wyniki badań nad mykotrofizmem roślinności wydmowej koło Miłosnej pod Warszawą:

Gatunek rośliny	Włośniki	Autotrof.	Mykorhiza		Bakteriotroficz.
			ekto	endo	
Agrostis canina	—	—	—	+	—
Calamagrostis epigeios	—	—	—	+	
Corynephorus canescens		+	—	—	
Festuca rubra	+	+	—	—	
Koeleria glauca	+	+	—	—	—
Poa nemoralis	—	+	—	—	
Poa pratensis	—	+		—	—
Panicum lineare	—	+	—	—	
Carex arenaria	+	+	—	—	
Carex hirta	+	+		—	—
Hieracium pilosella	+	—		+	—
Linaria vulgaris	—	+	—		—
Jasione montana	+	—	—	+	—
Polygonum aviculare	—	+	—	—	—
Polygonum persicaria	—	+	—	—	—
Rumex acetosella	—	+	—	—	—
Scleranthus perennis	—	+	—	—	
Solidago virga aurea	+	—	—	+	—
Thymus serpyllum	+	—		+	—
Viola canina	+	—	—	+	—
Calluna vulgaris	—	—	—	+	—
Crataegus monogyna	+	—	—	+	—
Juniperus communis	—	+	—	—	—
Pinus silvestris	—	—	+		—
Pirus communis	+	—	—	+	—
Quercus pedunculata	—	—	+	—	
Quercus sessilis	—	—	+	—	—
Salix acutifolia	—	—	—	+	—
Salix capraea	+	—		+	—

Zespół ruchomych piasków na wydmach podwarszawskich wykazuje 51,7% mykotroficznych roślin i ani jednej rośliny bakteriotroficznej. Tylko niektóre trawy okazały się mykotroficzne, a *Festuca rubra*, która w literaturze uchodzi za mykotroficzną, i tutaj i nad morzem żyje autotroficznie. Wszystkie drzewa i krzewy, za wyjątkiem jałowca, wykazały mykotrofizm. Jałowiec w innych zespołach zawsze tworzy mykorhizę i to zarówno ekto- jak i endotroficzną. Być może, że nie znalazł swych właściwych symbiontów.

Badając preparaty mikroskopowe wszystkich roślin wydmowych, doszedłem do wniosku, że mykorhizy w piaskach ubogich rozwijają się bardzo słabo. Opilśń grzybowa u mykorhiz ektotroficznych jest bardzo cienka, a często zdarzają się powierzchnie korzeni, gdzie jej w ogóle nie ma. Strzępki mykorhizy endotroficznej są w wielu wypadkach bardzo słabo widoczne, a trawione splątki nie dają tak intensywnych nasyceń komórek fagocytowych, jak to ma miejsce u drzew leśnych w dobrych bonitacjach. Zarówno więc rozwój ogólny roślin na wydmach, jak i rozwój mykorhiz, przedstawiają się słabo.

Łączność grzybów i traw wydmowych — fragmenty wybrane.

Badania Nespiaka wykazały, że zarówno *Ammophila arenaria* jak i *Festuca rubra* v. *arenaria* są trawami autotroficznymi.

Co do *Ammophila,* to wyniki innych autorów zgadzają się z wynikami badań Nespiaka, lecz jeśli chodzi o *Festuca,* to istnieje dość utarty pogląd w literaturze (Jaczewski, Tomuschat i Ziegenspeck, Schlicht), mówiący, że trawa ta jest mykotroficzna.

Do szczegółowszych badań wziąłem te dwie trawy dlatego, że rosną one w specyficznych warunkach, które w pewnych miejscach można przyrównać do czystych kultur. Mianowicie w ruchomym, przepłukanym i przewianym piasku wydmy przedniej, a nawet i przed nią, na świeżo wyrzuconym z morza.

Jak już w pracy wspomniano, na znacznych przestrzeniach można spotkać tylko jeden gatunek trawy bez żadnych domieszek.

Nawet w tych warunkach stale znajdujemy obok *Ammophila* grzyba kapeluszowego *Psilocybe ammophila,* którego trzon, głęboko zanurzony w piasku, przechodzi w widoczny, walcowaty splot grzybni, zlepionej z piaskiem, przez który często przerastają korzonki *Ammophila.*

Ostrożnie odgrzebując, można wyjąć taką całość z piasku, zakonserwować i sporządzić preparaty mikroskopowe.

Rys. 20. W agregacji *Ammophila arenaria* wyrasta *Psilocybe ammophila*
fot. T. Dominik

Rys. 21. *Psilocybe ammophila* wyrasta nawet na silnie ruchomych piaskach towarzysząc wiernie zespołom *Ammophila arenaria*
fot. T. Dominik

Grzybnia *Psilocybe ammophila* jest bezbarwna, złożona z cieniutkich strzępek.

Pod mikroskopem można obserwować korzonki ostatniego rzędu, oplecione dokoła grzybnią „przedłużonego" trzonka *Psilocybe*, lecz nie ma między tkanką i plechą żadnej łączności anatomicznej.

Z licznych obserwacji wynika, że mimo rzucającej się w oczy wierności *Psilocybe ammophila*, grzyb ten nie tworzy mykorhizy z *Ammophila arenaria*.

Poza tym *Psilocybe* występuje bardzo rzadko w towarzystwie *Festuca rubra* v. *arenaria* lub *Corynephorus canescens*, również nie tworząc mykorhizy. Grzyb ten musi korzystać chyba ze złuszczających się tkanek kory pierwotnej korzeni traw lub z wydzielin korzeniowych, jako ze źródła węgla. Inne substancje organiczne w piasku nadbrzeżnym, jak wykazała ścisła analiza chemiczna, istnieją w mikroskopijnie małych ilościach, nie wyróżnialnych przy stosowaniu zwykłych metod analitycznych. To samo odnosi się do związków azotowych, których analiza chemiczna nie wykrywa.

Ammophila arenaria tworzy bardzo rozwlekły system korzeniowy, bogato rozgałęziony i pokryty olbrzymią ilością włośników, bardzo długich i dobrze rozwiniętych (mimo braku wapnia), więc znając przykłady na wielkość takiego systemu korzeniowego i jego olbrzymią powierzchnię, skłonni jesteśmy przypuszczać, że *Ammophila* starczą do rozwoju homeopatyczne dawki związków odżywczych, znajdujące się w piasku. Tym bardziej, że część trawy nadziemna jest w stosunku do systemu korzeniowego bardzo mała i dobrze chroniona grubą kutikulą.

Więc i trawa i grzyb jej towarzyszący są roślinami wybitnie oligotroficznymi, tworzącymi chyba najprymitywniejszy zespół roślinny.

Często na korzeniach *Ammophila*, szczególnie końcowych, znajdujemy podpadające nabrzmienia, o których wspominają Tomuschat i Ziegenspeck (1929), uważając je za mykodomacja, lecz nie mykorhizę.

Otóż takie zgrubienia, z wykruszającą się tkanką, są niczym innym, jak zoocecydiami, wywołanymi przez bardzo drobne, nieznane zoologom węgorki *(Aphelenchus* lub *Heterodera)*. Strzępki w takich rozkładających się tkankach są czynnikiem wtórnym i mogą należeć do *Psilocybe ammophila*, która tym sposobem może znajdować dość obfity pokarm dla swego rozwoju. Kto wie, czy to nie jest właśnie jeden z łańcuchów biocenotycznych; badanie bowiem mikroskopowe nie znajduje różnicy między strzępkami wewnątrz zoocecydiów węgorkowych i strzępkami wymienionego grzyba.

Zdarza się również, że obok *Ammophila arenaria* wyowocowuje *Ithyphallus iosmus*, którego pępowinowe rhizomorfy oplatają korzenie trawy. Można, przy troskliwym wygrzebywaniu, znaleźć korzenie, zarówno grube jak i najcieńsze, oplecione puszystą, fioletową grzybnią, odrastającą od pępowiny tego grzyba

Rys. 22. *Ammophiletum* z owocnikiem gat. *Ithyphallus iosmus Berk*
fot. ś. p. F. Teodorowicz

Preparaty mikroskopowe wykazują wtedy w komórkach korzeni fioletowe grube strzępki grzyba, lecz nie tworzy się mykorhiza. Brak bowiem warstwy trawiennej, a raczej można wykryć i mikroskopowe i makroskopowe objawy degeneracji u rośliny zielonej. Zatem *Ithyphallus iosmus* pasożytuje na *Ammophila arenaria*.

Jednak nie zawsze grzyb ten jest w stanie wedrzeć się w tkanki korzeni *Ammophila,* przeważnie, nawet gdy pępowina grzyba oplata lub obrasta korzenie, tkanki trawy pozostają sterylne.

Festuca rubra v. *arenaria* normalnie wyrasta jako roślina autotroficzna. W niektórych jednak wypadkach, gdy przy niej rośnie *Ithyphallus iosmus,* można w korzeniach znaleźć obrazy typowe dla mykorhizy endotroficznej typu tolypofagicznego.

Przekrój poprzeczny takich korzeni jest zbliżony do korzeni *Ammophila,* lecz kontury komórek kory są regularniejsze. W warstwie trawiennej widać bardzo intensywne trawienie strzępek.

Grzybnia *Ithyphallus* na zewnątrz korzenia fioletowawa, wewnątrz komórek kory korzeniowej staje się bezbarwna, zachowuje jednak wymiary identyczne. Strzępki są grube z wyraźną ziarnistą plazmą.

Warstwa trawienna leży tuż przy endodermie.

Wnioskując z obrazów anatomicznych, należałoby powiedzieć, że jest to normalna mykorhiza endotroficzna, lecz równocześnie obserwacje nad rozwojem *Festuca rubra,* koło której wyrastały owocniki *Ithyphallus iosmus,* wskazują, że trawa ta źle się rozwija, a często nawet obumiera.

Grzyb nie przechodzi do walca osiowego, nie atakuje więc jak zwykły pasożyt. Jest trawiony i to silnie, więc jedynie można przypuścić, że substancje, które strzępki wnoszą do tkanek korzeni są szkodliwe. Jest to jeszcze jeden przykład na zły wpływ *Ithyphallus* wywierany na najbliższe im rośliny zielone.

Duża ilość gleby (piasku) wokół owocników *Ithyphallus iosmus* przenikniętą jest mdłym zapachem spermy, potem przechodzącym w zapach trupi. Może te wyziewy wpływają trująco na rośliny trawiaste? Przypuszczenie to nasunęło mi znane fakty z allopatji, o wpływie zapachów na rozwój roślin.

W żadnym razie *Ithyphallus iosmus* nie jest korzystnym symbiontem dla *Festuca rubra.*

Te dwa przykłady nie wyczerpują życia lotnych piasków nadmorskich, które wydają się sterylne. Badań nad ich mikroflorą nie było. Dlatego we wstępie do niniejszej pracy cytowałem wyniki badań Killiana i Fehera (1935—1938) nad mikroflorą lotnych piasków Sahary, aby zwrócić uwagę, że nawet wyprażone przez słońce i suche (0,2% wody) piaski zawierają czynne i dość bogate życie mikroskopowych istot.

Badania mykotrofizmu zapoczątkowują prace z dziedziny mikrobiologii gleb, od lotnych piasków począwszy, które nasz Zakład planuje w 6-leciu. Przy tych badaniach wyłaniają się problemy inne, które mogłyby rozwiązać zakłady mikrobiologii gleb, a wtedy powstałby obraz całości życia glebowego, na pewno nie obojętny dla racjonalnego nawożenia i skorygowania jednostronnego poglądu na odżywianie się roślin zielonych. Teorie Liebiga, słuszne dla roślin hodowanych w sztucznych warunkach, winny być sprawdzone przez zbadanie ich założeń w naturalnych i pierwotnych asocjacjach, aby uniknąć degradacji gleb przez jednostronne nawożenie, bez brania pod uwagę biocenotycznych powiązań między mikroflorą glebową i roślinami zielonymi. Być może, że zajdzie potrzeba zmiany poglądów. Być może, że na tej drodze unikniemy gleb chorych, pokrywających prawie całe Niemcy, które przez kilkadziesiąt lat stosowały przepisy liebigowskie w nawożeniu.

Rozważania ogólne nad wynikami badań.

Badania mykotroficzne nad asocjacjami roślinnymi są zupełnie nowym kierunkiem badań. Pierwsze podobne badania przeprowadził w Japonii Assai (1934), od brzegu morza do szczytu góry najwyższej w kraju.

Jednakże Assai nie bada roślinności według właściwych zespołów, lecz według grup środowiskowych, np. rośliny wodne, błotne, na tufach, na skałach itp., zatem podchodzi do zagadnienia z czysto ekologicznego punktu widzenia, eliminując wpływy socjalne asocjacji roślinnych.

Peyronel (1922) bada występowanie mykorhizy w różnych roślinach, nie przywiązując większej wagi do opisów środowiska, z którego bierze korzenie do badań.

Stahl (1900), podobnie jak Peyronel, bada obecność mykorhizy u roślin, wiążąc jej występowanie z cechami takimi, jak transpiracja, odkładanie skrobi itp., znów pomija opisy środowiska, jakby ono nie miało wpływu na symbiotrofizm.

Liczni autorowie jednak stwierdzili, że nie we wszystkich okolicznościach mykorhizy powstają (wpływ roztworów glebowych, wpływ siły naświetlenia, nieobecność odpowiednich symbiontów w glebie itp.), co u roślin obligatorycznie mykotroficznych wywołuje obumieranie, np. u sosny, na terenach dla niej dziewiczych (Rayner, Starr-Chester, 1942).

Niedawno wydana syntetyczna praca Björkmana (1949), ujmująca całość zagadnień mykotrofizmu, nie wspomina o badaniach nad tym zjawiskiem w zależności od asocjacji roślinnych.

A przecież istnieją rośliny, wchodzące w różne asocjacje, żyjące w różnych warunkach ekologicznych i składające się z różnych elementów zarówno kwiatowych, jak i grzybowych. Jako przykład przytaczam sosnę, która żyje w bardzo wielu asocjacjach, a nawet musi się rozwijać na terenach porolnych, gdzie w ogóle o asocjacji mowy być nie może. Ciekawą jest więc rzeczą zachowanie się tych roślin i ich stosunek do grzybów, charakterystycznych dla poszczególnych asocjacji.

Gdy będziemy znali zachowanie się gatunku rośliny zielonej w różnych asocjacjach i gdy będziemy znali cechy różniące ekologicznie i fitosocjalnie poszczególne asocjacje, to będziemy mogli wnioskować więcej o sensie mykorhizy, niż z badań anatomicznych lub doświadczeń probówkowych.

Dlatego zapoczątkowaliśmy badania nad mykotrofizmem w zależności od zespołów roślinnych i warunków ekologicznych.

Wyniki badań dadzą się ocenić dopiero po zgromadzeniu większej ilości materiału faktycznego. Praca niniejsza jest zapoczątkowaniem cyklu badań na ten temat.

Jest ona fragmentem, ale już można z niej wyciągnąć wniosek, że mykotrofizm nie jest aż tak silnie rozpowszechniony, jak mniemano, gdyż na wydmach naprzykład maksymalny procent mykotroficznych roślin zielnych na bagnie wysokim wynosi 52,5%. Reszta roślin jest samożywna. Poza bakteriotroficznymi, których na bagnie jest pare procent i to bardzo źle rozwiniętych, może przypadkowo wyrośniętych.

Następujące zestawienie procentu przegrzybienia roślinności zespołów wydmowych przedstawia wyniki naszych badań:

Ammophiletum arenariae	0 %
Callunetum	47 %
Empetretum	47 %
Salicetum repentis	47 %
Pinetum empetrosum	47,2%
Pinetum callunosum	40 %
Pinetum sphagnosum	52,5%
Elymetum arenariae	51,7%
Calamagrostidetum	51,7%
Corynephoretum	51,7%
Drzewa i krzewy	100 %

Wyjątek stanowił jałowiec z wydm podwarszawskich, lecz mógł to być tylko przypadek.

Z powyższego zestawienia widzimy, że za wyjątkiem Ammophiletum wszystkie zespoły (przy uwzględnieniu roślinności niskiej, a wyodrębnieniu drzew) wykazują mniej więcej równy % mykotrofizmu.

Na *Viola tricolor* v. *maritima* można prześledzić zależność wchodzenia w symbiozę od asocjacji: gatunek ten w Ammophiletum jest sterylny, a w Pinetum empetrosum tworzy słabą mykorhizę endotroficzną. Również Z a b ł o c k a (1936) na okazach, zebranych koło Wielkiej Wsi nad Bałtykiem i koło Helerowa, mykorhizy nie stwierdziła, za to na okazach wśród wydm koło Karwi, stwierdziła obfitą mykorhizę endotroficzną. Autorka ta myli się, nazywając twory w warstwie trawiennej, przedstawione na rysunkach drzewinkami i pęcherzykami, gdyż są to silnie nadtrawione splątki (tolypofagia), inaczej zwane kłębuszkami (Knäelverdaung). Szkoda że autorka podając stanowiska, nie podała w jakim zespole badane fiołki występowały.

Artemisia campestris f. *maritima* w Ammophiletum jest autotroficzna, gdy w Pinetum empetrosum i w Salicetum repentis wykazuje obfitą mykorhizę endotroficzną.

Salix repens w Ammophiletum tworzy mykorhizę ektotroficzną, gdy w Pinetum empetrosum, Salicetum repentis i Callunetum tworzy wyłącznie mykorhizę endotroficzną. Inne wierzby na piaskach wydmowych zarówno morskich, jak i śródlądowych, tworzą mykorhizy endotroficzne, za wyjątkiem *Salix nigricans*, która wytworzyła mykorhizę ektotroficzną w Pinetum callunosum, wchodząc w symbiozę z jakąś grzybnią, budującą wokół korzeni czarną, pseudoparenchymatyczną opilśń.

Andromeda polifolia, tworząca na bagnie wysokim, jak i inne rośliny rodziny Ericaceae, mykorhizę endotroficzną, w zespole Salicetum repentis wytworzyła mykorhizę ektotroficzną typową choć bardzo słabą. *Andromeda polifolia* w tych warunkach rozwija się bardzo słabo i dorasta około 7 cm wysokości. Jednak nie widać na niej szkodliwego wpływu nowego symbionta.

Z tych kilku przykładów widzimy, że nie tylko warunki ekologiczne biotopu, lecz i biocenotyczne asocjacji wywierają silny wpływ na formowanie się mykorhizy.

Ogólnie można pozatem powiedzieć, że tylko rośliny obligatorycznie mykotroficzne są i na wydmach złączone ze swymi symbiontami. Do takich należą drzewa, krzewy i rodzina *Ericaceae*. Inne rośliny mogą się różnie zachowywać.

Nasuwa się również wniosek, że Tomuschat i Ziegenspeck (1929) nie mają racji, przypisując dużą rolę mykotrofizmowi w odżywianiu się roślinności wydmowej, bo zaledwie około 50% tej roślinności żyje w symbiozie, a są i takie asocjacje, które żyją zupełnie autotroficznie.

Brak azotu w formie przyswajalnej, małe ilości (poniżej minimum), związków fosforowych i potasowych, ślady jedynie wapnia, magnezu i żelaza w piaskach wydmy przedniej winny według przypuszczeń Björkmana (1940—41) hamować rozwój mykorhizy, co potwierdza się na całym zespole Ammophiletum, który jest autotroficzny (wyjątek *Salix repens*). Tak sprawę możnaby postawić, gdybyśmy nie przebadali innych zespołów na wydmach głębiej leżących, gdzie warunki glebowe są identyczne. ilość soli minralnych identyczna, kompletny brak przyswajalnego azotu i równocześnie asocjacje wykazują 47 — 52% roślin mykotroficznych, a w tem wszystkie drzewa i krzewy silnie mykotroficzne. Zatem badania wyżej wymienionego autora na terenie Szwecji, a może tylko jego wnioski nie zgadzają się z wynikami naszych badań.

Można by powiedzieć, że raczej na rozwoj mykorhizy na wydmach ma wpływ zestaw gatunkowy roślin zielonych i grzybów, a mniejszą rolę odgrywają warunki glebowe martwe, jak zawartość roztworów glebowych lub struktura fizyczna gleby (wniosek ten tymczasowy, można przyjąć tylko w stosunku do zespołów wydmowych). Jednak jest to wniosek warunkowy, który być może ulegnie modyfikacji, gdy przebadamy zespoły roślin wysokogórskich i potem skomplikowane zespoły nizinne.

Na marginesie tej pracy chcemy zwrócić uwagę, że roślinności brzegowej Bałtyku nie można uważać w żadnym wypadku za halofilną, gdyż znosi akurat zasolenie gleb mniejsze niż rośliny gleb uprawnych, a piaski nadbrzeżne są mniej zasolone niż dobre gleby uprawne, których zawartość NaCl może dochodzić do 0,3% (według Kearneya). Erhardt (1935) podaje. że w glebach glinokrzemianowych może być do 2,77% Na_2O. Gdy tymczasem piaski wydm nadmorskich zawierają od 0,006 — 0, 21% Na Cl. Natomiast roślinność brzegową możnaby nazwać głodomorami, gdyż jest wybitnie oligotroficzną, może więcej nawet niż roślinność bagna wysokiego.

Dalsze wnioski będzie można wyciągnąć dopiero po zgromadzeniu danych z różnych warunków ekologicznych i różnych asocjacji roślinnych.

Z ZAKŁADU FITOPATOLOGII I OCHRONY ROŚLIN UNIWERSYTETU WROCŁAWSKIEGO

LITERATURA

Alechin W. Geografia rastienij. Moskwa 1938.

Asai T. Über das Vorkommen und die Bedeutung der Wurzelpilze in den Landpflanzen. Jap. Journ. of Botany, Vol. VII. Tokyo 1934.

Björkman E. The ecological significance of the ectotrophic mycorhizal association in forest trees. Svensk Botanisk Tidskrift, Bd. 43. Uppsala 1949.

Bonecke W. Beiträge zur Physiologie und Ökologie von Strand dünen — und Salzpflanzen. Deutsche Forschung (sine anno).

Benecke W. Zur Biologie der Strand und Dünenfora I und II Teil. Berichte d. Deutschen Botan. Ges. 1930, 1931.

Christiansen W. Die Vegetationsverhältnisse der Dünen auf Föhr. Botanische Jahrb. Leipzig 1927.

Hocquette M. — Étude sur la végétation et la flore du littoral de la Mere du Nord de Nieüport à Sangatte. Arch. de Bot. Tome 1. 1927.

Dominik T. Mykorhiza. Warszawa 1951.

Erhart H. — Traité de pédologie. Tom I. Strassbourg 1935.

Hueck K. Erläuterungen zur Vegetationskundlichen Karte der Lebanehrung (Ostpommern) Beitr. zur Naturdenkmalpflege, Bd. 15, 1932.

Killian Ch. i Feher D. Recherches sur les phenomenes microbiologiques des sols sahariens. Annales de l'Institut Pasteur, Tome 55, 1935.

Killian Ch. i Feher D. Le role et importance de l'exploration microbiologique des sols sahariens. La vie dans la region desertique nordtropicale de l'ancien mond. Paris 1938.

Kolumbe E. Vegetationsverhältnisse der Inlanddünen Schleswig-Holstein. Ber. Deutsch. Botan. Ges. Bd. 43, 1925.

Kulesza W. Zarys stosunków fitogeograficznych i fitosocjologicznych nad polskim morzem. Badania Geograficzne, 1934.

Kearney T. — Are plants of sea beaches and dunes true halophytes? Bot. Gaz. Vol. 37. 1904.

Lundegardh H. Klima und Boden. Jena 1930.

Masclef A. — Études sur la géographie botanique du Nord de la France. Journ. de Bot. 1888—1889.

Massart J. — La biologie de la végétation sur le littoral belge. Bull. de la Soc. Roy. de Bot. de Belgique. Tome 32. 1893.

Mayer E. Beiträge zur Pflanzengeographie der Europäischen Sandstrand — und Küstendünengebiete. Münster, 1936.

Paul K. Morphologie und Vegetation der Kurischen Nehrung. Nova Acta Leopoldina, Bd. 13. Halle an der Saale, 1944.

Peyronel K. Sulla normale presensa di micorize nel grano e in altra plante coltivate spontanee. Bull. mens. di inf. et not. della Reg. Stanz. di Pat. Veg. di Roma, III, 1922.

Rayner C. M. — Trees and Toadstools. London (sine anno).

Redmann H. — Untersuchungen über die Waldgeschichte der Frischen Nehrung, Schriften der Phys.-ökon. Ges. zu Königsberg, Bd. 70, 1938.

Stocker O. — Beiträge zum Halophytenproblem. Ökologische Untersuchungen an Strand — und Dünenpflanzen des Darss (Vorpommern). Zeischr. f. Botanik, Jahrg. 16, 1924.

Stahl E. — Der Sinn der Mykorhizenbildung. Jahrb. f. wiss. Bot. Leipzig 1900.
Teodorowicz F. — Grzyby wyższe polskiego wybrzeża. Badania Przyrodnicze Pomorskie. Toruń 1936.
Tomuschat E. i Ziegenspeck H. — Beiträge zur Kenntnis der Ostpreussischen Dünen. Schriften der Königsberger Gelehrten Gesselschaft. Halle an der Saale, 1929.
Walther H. — Einführung in die allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands. Jena 1927.

RÉSUMÉ

Les auteurs mentionées dans les sous-titres du present travail, ont fait des recherches sur le végétation des dunes maritimes près de Łeba sur Balticque ainsi que des dunes à Miłosna près de Varsovie.

Les conditions écologiques des dunes maritimes, décrites dans ce travail, dénotent une grande pénurie de sels alimentaires et un manque complet d'azote en sa forme assimilable. Le phosphore et la potasse se trouvent dans une quantité à peu près 10 fois inferieure au minimum de Neubauer. Les dunes contiennent de 0,003 — 0,21% de chlorure de sodium, par conséquant moins que les sols cultivés qui peuvent en renfermer 0,02—0,3%.

Le tableau ci-dessous présente le degré de mycotrophisme des différentes associations végétales. Le pourcentage indique les quantités des espèces mycotrophiques, sans faire mention du degré du développement des champignons dans les racines.

Association végétale	Nombre des éspèces	% des éspèces mycotrophiques
Ammophiletum arenariae	15	0
Callunetum	8	47
Empetretum	8	47
Salicetum repentis	23	47
Pinetum empetrosum	27	47
Pinetum callunosum	16	40
Pinetum sphagnosum	19	52
Elymetum arenariae Calamagrostidetum Corynephoretum	29	52
Arbres et arbustes		100

De nombreuses espèces montrent un mycotrophisme très variable c'est-à-dire quélles sont autotrophiques dans une association et mycotrophiques dans une autre. Ceci dépend de la présence ou du manque de champignons donnés, car les autres conditions, a savoir les propriétés du sol et du climat ne varient pas dans l'étendue des dunes.

L'azote en sa forme assimilable n'existe pas dans les dunes, la potasse et le phosphore s'y rencontrent en quantités inférieures au minimum et l'on ne trouve que des traces des autres métaux.

D'après les supposition de Björkmann (1949) ces conditions écologiques doivent donc s'opposer à la formation de la mycorrhize. On pourrait trouver la confirmation de cette supposition dans l'Ammophiletum de la dune première du littoral de la mer, qui est une association autotrophique; pourtant d'autres associations, au fond des dunes, dans les mêmes conditions du sol et du climat, souvant situées à quelques mètres en arrière de la dune première, possèdent déjà un grand pourcentage de mycotrophisme, atteignant 50% des espèces formant l'association. Ainsi donc la supposition de Björkmann ne se trouve pas confirmée par la nature.

On pourrait dire, par contre que c'est l'ensemble des espèces des plantes vertes et des champignons formant l'association, qui exerce la plus forte influence sur le développement de la mycorrhize.

Les conditions du biotope semblent n'infleuer que sur l'intensité du développement des champignons dans les racines, qui est d'autant plus grande que le sable des dunes contient plus d'humus. Cette conclusion n'est pas absolument certaine et la nécessité d'une modification peut apparaitre, après l'examen d'autres associations.

Les auteurs entreprennent des recherches sistématiques sur des associations variées et de plus en plus compliquées, en etudiant d'abord les dunes maritimes, des associations alpestres au-dessus de la limite du Pinus montana où l'on peut facilement déterminer les conditions écologiques, puis les forêts et le prés naturels et artificiels, et en fin les associations les plus compliquées, celles des forêts vierges. Grâce à ces recherches qui tiennent compte des conditions sociologiques des associations, on pourra trouver, en se basant sur l'étude de la nature, la solution de bien de problèmes, difficiles à résoudre au laboratoire.

Szablastość strzał u modrzewi europejskich w nadleśnictwie Kwidzyń

The curviformity of the trunk in the European larch in the forests of Kwidzyń

STECKI KONSTANTY i RADA ALEKSANDER

(wpł. 12.III.51)

Zagadnienie szablastości strzały u modrzewi jest o tyle ciekawe, że cechę tę wielu autorów przypisuje jako właściwość gatunkową modrzewiowi polskiemu. Istnieje przy tym szereg sprzecznych poglądów zarówno co do występowania szablastości specjalnie w tym gatunku, jak i co do przyczyn, wywołujących to zjawisko. Tak więc W. Jedliński (1922, str. 9 i 20) i W. Szafer (1913, str. 1301, 1919, str. 51) są zdania, że szablastość jest cechą gatunkową modrzewia polskiego, względnie, że na Górze Chełmowej istnieje rasa modrzewia polskiego, wykazująca tę cechę (pogląd wypowiedziany ustnie na Zjeździe Tow. Dendrologicznego w Kórniku w 1948 r.). Już W. Jedliński jednak stwierdza, że w pewnych warunkach modrzew polski tworzy strzały proste (1922, str. 24, 27—29). Również W. Szafer w 1923 r. wyraził przypuszczenie, że modrzew polski z suchych lessów Góry Chełmowej „stanowi krzywą rasę odżywczą modrzewia polskiego", podobnie do „krzywej" rasy modrzewia alpejskiego w Bonaduz. (W. Szafer, 1923, str. 172). Natomiast W. Kulesza (1927, str. 2) stwierdza, że w Majdowie modrzew polski tworzy strzały zupełnie proste i szablastość autor ten uważa za cechę przypadkową, zależną od lokalnych warunków ekologicznych. Opinię tę wyrażają również profesorzy K. Suchecki (1947, str. 389), który przy opisie modrzewia polskiego nie podaje szablastości strzały, jako cechy właściwej temu drzewu i K. Stecki (1948, str. 80). Natomiast jedynie u K. Sucheckiego (1947, str. 384) spotykamy się ze zdaniem, że i modrzew europejski wytwarza w pewnych warunkach strzały szablaste. Ostatnio C. H. Bornebusch w badrzo ciekawej pracy, ogłoszonej w „Sylwa-

nie" (1948, str. 14) omawia sprawę krętego wykształcenia strzał u modrzewi polskich, pochodzących z nasion z Góry Chełmowej i stwierdza równocześnie, że z nasion pochodzących ze Skarżyska wyrosły w Danii modrzewie o zupełnie prostej strzale.

Jednakże do tej pory mimo, że zagadnienie to jak z powyższego widzimy wywołuje różne poglądy i jest ważnym dla wyceny wartości hodowlanej różnych gatunków modrzewi, względnie modrzewi różnego pochodzenia, nie badano dotychczas zjawiska szablastości szczegółowiej, nie posiadamy żadnych ani pomiarów, ani stwierdzeń dokładnych co do kierunku wygięć, stopnia wychylenia, ani też, czy u innych gatunków poza modrzewiem polskim zjawisko to ma miejsce w znaczniejszym nasileniu.

Praca niniejsza ma na celu danie odpowiedzi, czy szablastość występuje liczniej u modrzewia europejskiego, ustalenie w jakim stopniu i w jakich kierunkach wygięcie to się wykształca i czy da się przy tym stwierdzić pewna prawidłowość, rzucająca światło na przyczynę zjawiska. Przez porównanie wyników tej i podobnych prac z analogicznymi pomiarami u modrzewia polskiego można będzie wycenić wartość omawianej cechy jako specyficznej cechy gatunkowej dla modrzewia polskiego.

Stwierdziwszy przede wszystkim, że w lasach Państw. Nadl. Kwidzyń u modrzewia europejskiego szablastość istotnie często występuje, przystąpiliśmy do określenia ilościowego jej pojawiania się oraz kierunków wychyleń u poszczególnych drzew i stopnia wychylenia.

Pomiary w terenie i materiał obserwacyjny w Nadl. Kwidzyń zostały przeprowadzone i zebrane przez Inż. A. Radę. Pomiar szablastości przeprowadzono w następujący sposób: na ziemi, po uprzednim jej wyrównaniu koło drzewa, po stronie największego wychylenia szablastości kładziono kompas tak, by biegun igły magnetycznej, wskazujący północ, znajdował się nad zerem podziałki stopniowej; wówczas określano, w jakim kierunku jest strzała wychylona, przez opuszczenie ku ziemi pionu z wygiętej strzały od wysokości 5 m i wyznaczenia kąta odchylenia (od kierunku północnego) linii, łączącej ciężarek pionu z przypuszczalnym centrum przekroju nasady pnia. Równocześnie z kierunkiem mierzono też wielkość wychylenia w cm, a mianowicie odległość sznura pionu od strzały drzewa na wysokości 15 cm nad ziemią, by wyeliminować niedokładności, spowodowane zgrubieniami szyji korzeniowej. Sznur przykładano do pnia na 5 metrowej żerdzi. Oczywiście pomiar taki nie jest idealnie ścisły i zawie-

ra pewne błędy, jak skutki przytoczonej niedokładności oraz pewną wielkość (zmniejszającą liczbę pomiaru), wynikłą ze zbieżystości strzał modrzewi. Jednak pomiary tak przeprowadzone wydają się nam dostatecznie dokładnymi, by zilustrować badane zjawisko i dać porównywalne wyniki (Fot. 1).

Fot. 1. Sposób mierzenia szablastości strzały u modrzewia

Modrzewie na terenie Nadl. Kwidzyń występują jako jednostkowa, albo jako gniazdowa domieszka drzewostanów sosnowych. W pierwszym wypadku są to przeważnie wspaniałe, dorodne okazy, bez żadnych wad czy chorób, oczyszczone lepiej niż sosna czy buk, nieustępujące obu wymienionym gatunkom ani wysokością, ani średnicą pierśnicy, ani jakością, a raczej przewyższające je. Ogromna ich większość jednak wykazuje szablastość strzały. Ich wiek wynosi przeciętnie 100—120 lat. Gatunkiem występującym jako jednostkowa domieszka, a wyjątkowo tylko kępowo po kilka lub kilkanaście drzew, jest *Larix europaea microcarpa* Coaz., a miejscami *Larix europaea macrocarpa* Coaz. Z pośród wszystkich zebranych szyszek, na podstawie których oznaczono gatunki, tylko kilka przypominało *Larix sibirica* Ldb., a kilka *Larix polonica* Racib. Ze względu na znaczną rozbieżność kształtu szyszek u tego gatunku należy przyjąć, że rośnie tu tylko *Larix europaea* DC.

Pomiary nasze wykonaliśmy na opisanych wyżej okazach, a mianowicie w leśnictwie Żeberdowo (w oddz. 267a, 255n i w oddz. 258p), w leśnictwie Polno (oddz. 220f) i leśn. Gardeja (oddz. 161d) Niezależnie od tego znajdujemy na terenie Nadleśnictwa Kwidzyń gniazda 5 — 10 arowe, które Niemcy przed 17—22 latami obsadzili gatunkiem *Larix leptolepis* Gord., w więźbie 1 × 1,2 m. Niewątpli-

wie była to zbyt gęsta więźba i te wybujałe drzewostany powinny być przejaśnione. Modrzewie te silnie przyrastają i wysokością przewyższają znacznie równoletnią (wzgl. o 2—3 lata młodszą) sosnę. Słaba szablastość występuje u nich tylko na najstarszych okazach. Drzew tych nie mierzyliśmy.

Po określeniu w stopniach przy pomocy kompasu kierunku wychylenia strzał modrzewi od kierunku północnego przeliczyliśmy uzyskane liczby na 8 kierunków stron świata w następujący sposób:

kąty	od	338° — 360° i od 0° — 22°	przyjęliśmy	za	kierunek	N
„	„	23° — 67°	„	„	„	NE
„	„	68° — 112°	„	„	„	E
„	„	113° — 157°	„	„	„	SE
„	„	158° — 202°	„	„	„	S
„	„	203° — 247°	„	„	„	SW
„	„	248° — 292°	„	„	„	W
„	„	293° — 337°	„	„	„	NW

Ogółem pomierzono 212 drzew w 3 leśnictwach (w 5 oddziałach) na 5-ciu wybranych powierzchniach badanych, a mianowicie: na poszczególnych powierzchniach 75, 22, 39, 51 i 25 drzew. Z pośród nich 33 drzewa tj. 15,6°/o było zupełnie prostych i nie wykazywało ani szablastości, ani różnostronnych wygięć lub pochyleń, 10 tj. 4,7°/o było krzywych i pochyłych, a reszta tj.169 czyli 79,7°/o wkazywało jednostronną szablastość.

Lasy Nadleśnictwa Kwidzyń są to przeważnie bory sosnowe z pewną domieszką buka, świerka, dęba, gdzieniegdzie z domieszką olszy, brzozy i pojedynczo występującymi również: grabem, jesionem, osiką, lipą i modrzewiem.

Do pomiaru modrzewi były wybrane powierzchnie na terenie równym, gdzie modrzew występuje w pięknych, starych 110—130-letnich kozach do 65 cm, a nawet 82 cm średnicy pierśnicy, a mianowicie: w oddz. 267a leśn. Żeberdowo, w lesie mieszanym, dębowo-bukowo-sosnowym, a następnie w oddz. 255n w lesie dębowo-sosnowym. Jako następny teren do pomiaru wybrana została powierzchnia w oddz. 258p w tym samym leśnictwie w lesie dębowym 40-letnim z modrzewiem tegoż wieku; na 4-tej powierzchni o terenie wybitnie falistym w leśnictwie Polno znów rósł las dębowo-sosnowy 120-letni i modrzewie osiągały do 64 cm średnicy pierśnicy; jako 5-ta powierzchnia był wybrany teren leśnictwa Gar-

deja w lesie sosnowym 60—80-letnim. Wszędzie modrzew występował tu jako jednostkowa domieszka wraz z innymi gatunkami, jak to niżej dla poszczególnych oddziałów wykazujemy.

Gleby w nadleśnictwie Kwidzyń pochodzenia lodowcowego są to w terenach badanych morenowe piaski o piaszczystym podglebiu, we wschodniej części nadleśnictwa o podglebiu gliniastym. Do pomiaru modrzewi były wybrane tereny równe, wyjątkowo tylko w leśnictwie Polno teren był wybitnie falisty.

Rezultaty pomiarów.

I. Leśnictwo Żeberdowo. Oddz. 267a. Powierzchnia badana 14,32 ha. Teren równy. Gleba: glina spiaszczona świeża, zadarniona. W runie: *Oxalis acetosella, Stellaria holostea, Asperula odorata, Anemone nemorosa, Hepatica triloba, Polygonatum multiflorum.* Drzewostan mieszany o przerywanym zwarciu: So 5, Bu 3, Db 2, sporadycznie: Kl, Li, Mo 110—130-letni. Podrost: Św, Gb, Db, Bu. Podszyt: leszczyna, grab. Znaleziono i zmierzono 75 modrzewi.

Ponieważ pomiary szablastości, o ile wiemy, były u nas dokonywane po raz pierwszy, sądzimy, że należy dla zilustrowania omawianego zjawiska przytoczyć szczegółowe dane pomiarowe. Dla każdego drzewa po numerze kolejnym podajemy trzy cyfry: pierwsza oznacza średnicę pierśnicy w cm, druga — wielkość wychylenia szablastości pnia na 5-cio metrowym odcinku, mierzoną 15 cm nad ziemią w cm; ostatnia — kierunek wygięcia szablastego w ^{0} odchylenia od kierunku północnego, przyjętego za 0^0. Oto cyfry:

1) 35 cm — 43 cm — 105^0, 2) 31 — 42 — 135, 3) 24 — 14 — 140, 4) 44 — 21 — 120, 5) 35 — 43 — 105, 6) 44 — 54 — 30, 7) 44 — 17 — 195, 8) 37 — 33 — 90, 9) 35 — 78 — 160, 10) 46 — 10 — 20, 11) 41 — 28 — 15, drzewo to i następne do Nr 18 włącznie tworzą kępę modrzewi o zwarciu 0,6, 12) 45 — 20 — 30, 13) 36 — 34 — 30, 14) 43 — 21 — 165, 15) 34 — 18 — 20, 16) 36 — 23 — 105, 17) 36 — 16 — 210, 18) 39 — 5 — 240, 19) 40 — 46 — 95, 20) 47 — 32 — 200, 21) 25 — 41 — 150, 22) 36 — 0 — —, 23) 29 — 50 — 150, 24) 40 — 20 — 110, 25) 44 — 29 — 165, następne drzewo oddalone o 3 m: 26) 44 — 26 — 90, 27) 40 — 15 — 150, 28) 23 — 25 — 150, 29) 34 — 39 — 14, 30) 28 — 0 — —, 31) 40 — 16 — 150, 32) 28 — 23 — 180, 33) 34 — 63 — 100, 34) 43 — 20 — 165,

35) 30 — 48 — 150, 36) 28 — 40 — 240, 37) 38 — 79 — 60, 38) 42 — 15 — 125, 39) 44 — 32 — 165, 40) 31 — 35 — 90, następne drzewo oddalone tylko o 4 m: 41) 37 — 19 — 30, 42) 55 — 0 — —, jest to najpiękniejszy modrzew w tym oddziale, 43) 39 — 44 — 30, 44) 39 — 32 — 120, 45) 40 — 36 — 45, 46) 42 — 8 — 270, 47) 33 — 29 — 35, 48) 52 — 51 — 130, następne drzewo rośnie blisko, oddalone o 3 m: 49) 45 — 62 — 150, 50) 43 — 62 — 180, 51) 38 — 40 — 150, 52) 36 — 23 — 155, 53) 23 — 64 — 150, 54) 35 — 29 — 180, 55) 22 — 16 — 180, 56) 30 — 11 — 210, następne drzewo oddalone o 5 m: 57) 39 — 23 — 75, 58) 40 — 50 — 180, to drzewo i następne dwa rosną przy linii oddziałowej: 59) 26 — 66 — 15, 60) 48 — 0 — —, 61) 43 — 28 — 125, następne drzewo rośnie o 5 m dalej: 62) 32 — 32 — 125, 63) 47 — (całe drzewo równomiernie pochylone), 64) 47 — 26 — 180, 65) 30 — 34 — 210, 66) 31 — 14 — 60, następne drzewo oddalone o 5 m: 67) 32 — 15 —60, 68) 45 — 12 — 60, 69) 38 — 25 — 45, 70) 35 — 34 — 180, 71) 35 — 0 — —, 72) 34 — 22 — 80, 73) 36 — 125 — 120, 74) 43 — 8 — 230, 75) 50 — 0 — —.

Z powyższych cyfr wynika, że na 75 sztuk starodrzewia o średnicy pierśnicy od 22 do 55 cm jedynie tylko 7 sztuk, czyli 9,3% nie wykazuje wygięcia szablastego. Wygięcie osiąga wymiary od 5 do 125 cm i przeciętnie wynosi 33,15 cm.

Przeliczywszy kątowe wielkości kierunku wychyleń otrzymane z pomiarów na 8 kierunków stron świata według podanego powyżej wycenienia, stwierdzimy, że w oddziale 267a leśnictwa Żeberdowo było drzew, wykazujących wychylenie szablastości w kierunku: N — 5 sztuk = 7,3%, NE — 10 = 14,7%, E — 14 = 20,6%, SE — 18 = 26,5%, S — 14 = 20,6%, SW — 6 = 8,8%, W — 1 = 1,5%, NW — O. Razem 68 drzew = 100%.

Widzimy, że zdecydowanie przeważa kierunek południowo-wschodni, potem wschodni i południowy; zaznacza się również kierunek północno-wschodni. Inne są o wiele słabsze.

II. L e ś n i c t w o Ż e b e r d o w o. O d d z. 255n. Powierzchnia badana 2,8 ha. Teren równy. Gleba: piasek słabo gliniasty, świeży, pokryty roślinnością: *Vaccinium myrtillus, Stellaria holostea, Fragaria vesca, Trientalis europaea, Hypnum Schreberi, Hylocomium splendens.* Drzewostan sosnowo-dębowy o luźnym zwarciu: So 8, Db 2, pojedynczo Bu, Św, Gr, Md 100—120 lat. Miejscami gęsty podszyt świerkowy ± 25-letni.

Znaleziono i zmierzono 22 modrzewie i uzyskano następujące wyniki dla średnicy pierśnicy, wielkości wychylenia i kierunku szablastości: 1) 55 cm, 25 cm, 60°, 2) 45 — 0 — —, 3) 53 — 34 — 120, 4) 34 — 9 — 15, 5) 65 — 24 — 180, 6) 60 — 0 — —, 7) 56 — 33 — 105, 8) 41 — 28 — 135, pod drzewami Nr 5—8 rósł nalot modrzewiowy 5—50 cm wysoki, który powstał bez żadnego przygotowania wśród mchów i nalotu świerkowego, 9) 39 — 35 — 26, 10) 59 — 20 — 90, 11) 56 — 0 — —, 12) 55 — 8 — 15, 13) 46 — szablastość występowała na wysokości 9—10 m i nie została pomierzona, 14) 64 — 0 — —, korona szeroka, 15) 50 — 12 — 135, 16) 82 — 44 — 115, 17) 63 — 15 — 90, 18) 75 — 76 — 45, tuż obok o 2 m, rosło drzewo następne zupełnie proste: 19) 54 — 0 — —, 20) 61 — 86 — 310, 21) 59 — 38 — 110, 22) 43 — 46 — 120.

Widzimy więc, że na 22 pomierzonych starych modrzewi o średnicy 34—82 cm 5 sztuk tj. 22,7% nie wykazało szablastości, jedno nie było pomierzone z powodu zbyt wysoko występującego szablastego wygięcia, a z reszty 16 drzew wygięcie szablaste sięgało od 8 do 86 cm, średnio 29,62 cm. Po przeliczeniu na kierunki stron świata, okazało się, że wygięcia szablaste skierowane były w kierunku: N: 2 sztuki = 12,5%, NE: 2 = 12,5%, E: 4 = 25%, SE: 5 = 31,3%, S: 1 = 6,2%, SW: 0, W: 1 = 6,3%, NW: 1 = 6,2%. Razem 16 = 100%.

Podobnie więc, jak i w poprzednim oddziale przeważa kierunek wygięć ku południowemu wschodowi i wschodowi.

III. Leśnictwo Żeberdowo. Oddz. 258p. Powierzchnia badana 2.45 ha. Teren równy. Gleba: piasek gliniasty, świeży, pokryty roślinnością: *Oxalis acetosella, Hepatica triloba, Asperula adorata, Asarum europaeum, Mercurialis perennis, Sanicula europaea*. Dąbrowa o umiarkowanym zwarciu, pojedynczo Św i Md. Wiek 30—40 lat. W odległości 30 m na W znajdują się pola uprawne, od których oddziela modrzewia sosna w II kl. wieku tj. 20—40 letnia. Cyfry dla średnicy pierśnicy i kierunku wychylenia modrzewi uzyskaliśmy następujące: 1) 17 — 7 — 50, 2) 12 — 19 — 45, 3) 20 — 27 — 80, 4) 15 — 5 — 60, 5) 18 — 12 — 135, 6) 21 — 10 — 130, 7) 11 — 34 — 90; następne drzewo rosło tuż obok o 2 metry dalej: 8) 16 — 7 — 80, 9) 17 — 0 — —, 10) 15 — 18 — 60, 11) 20 — 25 — 60, 12) 12 — 10 — 45, 13) 13 — strzała wykazywała wielostronną krzywiznę, wobec czego nie zostały pomierzone ani wielkość wychylenia, ani kierunek, 14) 15 — 0 — —, 15) 15 — 0 —

—, 16) 17 — 8 — 110, 17) 25 — 16 — 130, 18) 9 — 5 — 90, 19) 18 — 11 — 150, 20) 13 — 0 — —, 21) 23 — 6 — 40, 22) 16 — 10 — 120, 23) 10 — 0 — —, 24) 11 — strzała wielostronnie powyginana, 25) 19 — 12 — 100, 26) 16 — 27 — 20, 27) 16 — 20 — 130, 28) 11 — 32 — 55, 29) 21 — strzała powyginana, 30) 14 — 8 — 155, 31) 16 — 6 — 70, 32) 12 — 30 — 140, 33) 20 — 11 — 250, 34) 12 — 7 — 125, 35) 15 — 38 — 160, następne drzewo rośnie obok o 3 m dalej, 36) 17 — 0 — —, 37) 12 — 15 — 80, 38) 18 — 5 — 125, 39) 24 — 14 — 170.

Z powyższych cyfr widzimy, że na 39 pomierzonych drzew w II-ej klasie wieku o średnicy 9—25 cm 6 sztuk, tj. 15,4% było prostych, 3 czyli 7,7% było wielostronnie powyginanych, a reszta, tj. 30 sztuk, czyli 76,9% wykazywała szablastość o wychyleniu 5 do 38 cm, średnio: 15,17 cm. Kierunek wychyleń szablastych przedstawiał się następująco: N — 1 drzewo = 3,3%, NE: 8 drzew = 26,7%, E: 8 = 26, 7%, SE: 10 = 33,3%, S: 2 = 6,7%, SW: 0, W: 1 = 3,3%, NW: 0. Razem 30 drzew = 100%.

Znowu więc jak i w poprzednich powierzchniach przeważa wybitnie wychylenie ku południowemu wschodowi, silnie zaznacza się też kierunek wschodni i północno-wschodni. Ilość wychyleń ku północnemu wschodowi wzrosła być może wskutek otwartej przestrzeni na zachodzie.

IV. Leśnictwo Polno. Oddz. 220f. Powierzchnia badana 10,80 ha. Teren falisty. Gleba: piasek gliniasty, świeży, pokryty roślinnością: *Hepatica triloba, Oxalis acetosella, Anemone nemorosa, Majanthemum bifolium, Ajuga reptans.* Drzewostan dębowo-sosnowy o zwarciu przerywanym i składzie: So 8, Db 2, pojedyńczo: Bu, Św, sporadycznie Md. Wiek 100—120 lat. Cyfry dla średn. pierśnicy, wielkości wychyleń i kierunku uzyskano następujące: 1) 48 — 54 — 80, 2) 44 — 59 — 78, 3) 59 — 0 — —, 4) 47 — 0 — —, 5) 29 — 0 — —, 6) 34 — 12 — 105, 7) 51 — 28 — 105, 7) 51 — 28 — 105, 8) 38 — 38 — 135, 9) 35 — 37 — 95, 10) 41 — 59 — 100, 11) 45 — 27 — 170, 12) 43 — 29 — 130, 13) 46 — 32 — 135, 14) 54 — 44 — 125, 15) 52 — 24 — 165. Drzewo to i następne do Nr 18 włącznie rosną przy linji oddziałowej, przebiegającej na płn. od nich: 16) 43 — 21 — 165, 17) 49 — 23 — 160, 18) 45 — 56 — 160, 19) 42 — 23 — 130, 20) 32 — 23 — 150, 21) 40 — 32 — 135, 22) 42 — 17 — 155 od następnego oddalone o 2 m: 23) 42 — 55 — 50, 24) 52 — 18 — 150, 25) 31 — 38 — 90, 25) 58 — 25 — 150, 27) 30 — 31 — 145, 28) 64 — 26 — 90, 29) 27 — 28 — 15;

drzewo to i następne do Nr 35 włącznie rosną na zboczu opadającym ku południowemu zachodowi: 30) 38 — 30 — 0, 31) 36 — 32 — 20, 32) 33 — 18 — 0, 33) 26 — 43 — 0, 34) 23 — 13 — 10, 35) 41 — 45 — 15, 36) 21 — 24 — 135, 37) 29 — 0 — —, 38) 29 — 11 — 60, 39) 28 — całe drzewo pochyłe, 40) 28 — drzewo pochyłe, 41) 26 — 0 — —, 42) 29 — całe drzewo pochyłe, 43) 31 — pochyłe, 44) 30 — 24 — 80, 45) 34 — 22 — 300, 46) 22 — 0 — —, 47) 26 — 0 — —, 48) 46 — 79 — 105, 49) 50 — 55 — 90, 50) 56 — 17 — 150, 51) 43 — 27 — 160.

Z pośród 51 pomierzonych drzew o średnicy pierśnicy od 21 do 64 cm 7 sztuk było prostych, tj. 13,7%, a 4 drzewa, tj. 7,8% były całe pochylone. Wygięcie szablaste występowało u 40 drzew czyli u 78,5%, przyczym szablaste odchylenie wynosiło od 11 do 79 cm, średnio 32,47 cm.

Kierunki wygięć szablastych przedstawiały się następująco: N : 7 drzew = 17,5%, NE : 3 = 7,5%, E : 11 = 27,5%, SE : 13 = 32,5%, S : 5 = 12,5%, SW : 0, W : 0, NW : 1 = 2,5%. Razem 40 drzew = 100%. Kierunkiem wygięć wybitnie przeważającym jest więc tu jak wszędzie kierunek południowo-wschodni. Poza tym jednak falistość terenu najwidoczniej wywarła tu swój wpływ i kierunki wygięć zachowują się tu mniej prawidłowo, co zwłaszcza uwidocznia się na drzewach Nr 29—35, które, rosnąc na zboczu południowo-zachodnim, wyginały się w kierunku północnym, a więc odwrotnym do spadu. Również zaznacza się pewien wpływ linii oddziałowej, przy której rosnące drzewa Nr 15—18 wszystkie wykazywały wychylenie ku południowi, gdy ten kierunek jest w tym oddziale wyjątkowym (drzew Nr 11 i 51).

V. L e ś n i c t w o G a r d e j a. O d d z. 161d. Powierzchnia badana 4,3 ha. Teren równy. Gleba próchniczno-piaszczysta, świeża, zadarniona. W runie: *Vaccinium myrtillus, Vaccinium vitis idaea, Calluna vulgaris, Hypnum Schreberi, Hylocomium splendens.* Drzewostan sosnowy 60—80 lat o umiarkowanym zwarciu. Pojedynczo: Db, Brz, Św, Md. Pomierzono 25 modrzewi i uzyskano następujące cyfry: 1) 19 — 0 — —, 2) 15 — 41 — 90, 3) 27 — 0 — —, 4) 27 — 49 — 85, 5) 30 — 21 — 30, 6) 24 — 0 — —, 7) 17 — 0 — —, 8) 31 — 21 —120, drzewo to rośnie przy drodze leśnej, 9) 22 — 0 — —, 10) 21 — 0 — —, 11) 22 — 0 — —, 12) 22 — 0 — —, 13) 39 — 24 — 30, 14) 20 — 30 — 210 (nie typowa szablastość — raczej wygięcie), 15) 28 — powyginane na wszystkie strony. 16) 34 — 28 —

130, 17) 27 — 6 — 60, 18) 25 — 20 — 80, 19) 27 — 16 — 80, 20) 35 — powyginane w różne strony, 21) 35 — 40 — 45, 22) 24 — 0 — —, 23) 21 — 16 — 120, 24) 33 — 8 — 95, 25) 38 — 23 — 130.

W tym terenie na 25 drzew stosunkowo dużo, bo 9 sztuk, tj. 36% nie wykazuje szablastości i strzały ich są proste; poza tym 2 drzewa posiadają strzały powyginane w różne strony. Szablaste wygięcia spotykamy u 14 drzew, tj. u 66%. Wychylenia szablaste sięgają od 6 do 49 cm, średnio 24,5 cm.

Kierunek wygięć: N nie spotyka się, NE: 4 drzewa = 28,5%, E: 5 = 35,8%, SE: 4 = 28,5%, S — brak, SW: 1 = 7,1%, W — brak, NW — brak. Razem 14 drzew = 100%. Przeważa więc kierunek wygięć ku wschodowi, nieco mniej liczne są wygięcia ku południowemu i północnemu wschodowi.

Zestawienie wyników pomiarów i przyczyny powodujące tworzenie się szablastych strzał.

Zestawmy raz jeszcze dla uzyskania ogólnego obrazu kierunki wygięć szablastości w poszczególnych powierzchniach badanych, obliczone w %%.

Kierunki wychyleń:		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	NE+E+SE
Żeberdowo	267a	7,3	14,7	20,6	26,5	20,6	8,8	1,5	—	61,8
,,	255n	12,5	12,5	25,0	31,3	6,2	—	6,3	6,2	68,9
,,	258b	3,3	26,7	26,7	33,3	6,7	—	3,3	—	85,7
Polno	220f	17,5	7,5	27,5	32,5	12,5	—	—	2,5	61,5
Gardeja	161d	—	28,5	35,8	28,6	—	7,1	—	—	92,9

Na wszystkich badanych powierzchniach znaleźliśmy drzew wygiętych ku: N: 15 sztuk = 8,9%, ku NE: 27 = 16,1%, E: 42 = 25%, SE: 50 = 29,8%, S: 22 = 13,1%, SW: 7 = 4,2%, W: 3 = 1,7%, NW: 2 = 1,2%.

Widzimy, że przeważa wybitnie kierunek południowo-wschodni, potem wschodni, który w leśnictwie Gardeja nawet przeważa nad pierwszym oraz północno-wschodni. Odchylenia stanowią jedynie kierunek południowy w leśnictwie Żeberdowo, oddz. 267a, częściej występujący niż północno-wschodni, a w leśn. Polno o falistym terenie kierunek północny, przeważający nad północno-wschodnim. Gdy trzy najczęstsze kierunki zsumujemy: NE+E+SE, otrzymamy wszędzie ponad 60% wychyleń, uzyskując w leśn. Gardeja aż prawie 93%. Prawidłowość, jak z powyższego wynika, jest uderzająca.

Już ten sam fakt każe domyślać się jednolitej przyczyny, wywołującej zjawisko szablastości i to przyczyny, działającej najczęściej w jednym kierunku. Przede wszystkim nasuwa się przypuszczenie, że odgrywają tu rolę wiatry. Niestety ani z Kwidzynia, ani z równie blisko od lasów nadleśnictwa położonego Grudziądza nie udało nam się uzyskać danych meteorologicznych. Dane co do kierunków panujących wiatrów posiadamy (Klimakunde des deutsch. Reiches. Bd. II. Reichsamt f. Wetterdienst. Verl. Dietr. Reihmer. Berlin 1939) dla Ostródy, Bydgoszczy i Gdańska, stanowiących wierzchołki trójkąta, w środku którego położone jest nadl. Kwidzyń, a które w %% przedstawiają się następująco:

	cisze	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Ostróda (50 lat)	13,5	5,6	7,1	4,7	13,8	11,6	16,6	14,2	12,9
Bydgoszcz (35 lat)	5,9	5,0	10,5	14,2	8,1	5,5	19,1	21,7	10,0
Gdańsk (43 lat)	6,6	11,7	8,9	7,5	9,3	17,1	14,2	15,2	9,5

Z cyfr tych wynika, że najrzadziej wieją tu wiatry północne N, potem sukcesywnie: NE, E, SE, a najczęstsze są ostatnie kierunki: W, SW, S i słabsze nieco NW.

Jeśli teraz postaramy się odpowiednio ustalić najczęstsze odpowiadające wiatrom kierunki wygięć szablastych, uwzględniwszy, że wygięcia północne odpowiadałyby wiatrom południowym, południowo-wschodnie północno-zachodnim itd., to wychylenia szablastości odpowiadałyby wiatrom: N — 13; 1%, NE — 4,2%, E — 1,7%, SE — 1,2%, S — 8,9%, SW — 16 ,1%, W — 25%, NW — 29,8%. Widzimy, że identycznie z wiatrami najczęstsze są 3 ostatnie kierunki czyli, że najczęstsze są wychylenia pod wpływem wiatrów zachodnich (NW, W i SW). Nieco silniej zaznaczają się wychylenia pod wpływem wiatrów północnych, w tych okolicach jednak najrzadszych oraz południowych, tu wybitnie częstych i leżących w tej samej połowie róży wiatrów co i najpospolitsze zachodnie.

Jeżeli zwrócimy jeszcze uwagę na przeważające wiatry, wiejące w różnych miesiącach (G. Hellmann 1921. Klima-Atlas v. Deutschland. Linien gleichen mitt. Luftdrucks. Mittlere Windrichtungen. Berlin), to przekonamy się, że w okresie wegetacji przeważające wiatry od maja do jesieni są: w maju północne N, w czerwcu NW, w lipcu i sierpniu W, we wrześniu SW, czyli stopniowo od północnych przesuwa się coraz bardziej kierunek na zachodni i południowo-zachodni. W zimowych miesiącach zdecydowanie przeważają wiatry SW i SSW. Te kierunki zdają się wywierać najsilniejszy wpływ

na kształt strzał modrzewi. Oczywiście nachylenie drzewa pod wpływem przeważających wiatrów nie może zawsze ściśle odpowiadać ich kierunkowi, gdyż niewątpliwie może być uwarunkowane równocześnie i innymi czynnikami, jak rozłożenie i kierunek głównych korzeni, jak spoistość gleby, jej równomierny skład, obecność głazów, sąsiedztwo innych drzew, nachylenie zbocza, wiry powietrzne itp. Możemy więc stwierdzić, że wybitna jednokierunkowość wychyleń strzał i dostateczna zgodność kierunku tych wychyleń z panującymi wiatrami pozwalają na łączenie przyczynowe tych zjawisk. Również stwierdzone przykłady odchyleń kierunku szablastości drzew w związku z obecnością linii leśnej (Polno, drzewa Nr 15—18) lub wyrastaniem na zboczu (Polno, drzewa Nr 29—35) zdają się potwierdzać tę samą zależność.

Tworzenie się szablastości strzały może być powodowane nie tylko bezpośrednim działaniem wiatrów, ale także pośrednimi czynnikami, jak np. w związku z kierunkiem wiatru powstającą jednostronną okiścią śnieżną itp. Szablastość może także silniej lub słabiej występować w zależności od rodzaju gleby, na której dany drzewostan rośnie, w związku z silniejszym lub słabszym zakorzenieniem się drzew i właściwościami gleby.

Streszczenie i wnioski.

1. Stwierdzamy, że szablastość strzały występuje w pewnych stanowiskach (nadl. Kwidzyń) bardzo licznie u Modrzewia europejskiego *(Larix europaea)*, nie jest więc właściwością gatunkową Modrzewia polskiego *(Larix polonica)* i jako cecha diagnostyczna nie może być dla niego podawana.

2. W nadl. Kwidzyń wśród 212 pomierzonych modrzewi europejskich szablastość występuje u 79,7% drzew, zupełnie proste strzały posiadało 15,6%, natomiast 4,7% drzew miało strzały pokrzywione w różne strony lub równomiernie nachylone.

3. Szablastość na badanych modrzewiach w nadl. Kwidzyń występuje najczęściej na wysokości strzały poniżej 5 m. Jednak wyjątkowo zdarzają się drzewa, u których szablastość sięga wyżej, jak np. u drzewa Nr 13 w leśn. Żeberdowo oddz. 255n, gdzie szablastość sięgała do 10 m wysokości. Niewątpliwie stoi to w związku z wiekiem, w jakim drzewo pochylone zostało.

4. Wychylenie strzał szablastych u M. europejskiego w nadl. Kwidzyń osiąga 5 do 129 cm. Najczęstsze wychylenia mierzą 10—

30 cm (przeszło 50% szablastych drzew). Większość drzew (91%) nie wykazuje silniejszej szablastości jak 50 cm. Jedynie 9% drzew jest silniej wygiętych.

5. Niezależnie od jednostronnej szablastości niektóre okazy posiadają strzały kręte, czyli powyginane w różnych kierunkach, przy czym występuje ta cecha na znaczniejszym odcinku strzały. Na badanym terenie właściwość tę posiadało 5 drzew, czyli 2,4% okazów.

6. W nadl. Kwidzyń najczęstszym kierunkiem wygięć szablastych jest SE — 29,8%, potem: E — 25% i NE — 16,1%; mniej liczne są wygięcia ku S — 13,1% i N — 8,9%; o wiele rzadsze są kierunki: SW — 4,2%, W — 1,7% i NW — 1,2%. Występuje więc wybitna przewaga kierunków wschodnich.

7. Kierunki wygięć strzał odpowiadają kierunkom panujących wiatrów i należy sądzić, że szablastość jest powodowana przez wiatry. Panującymi wiatrami są tu bowiem wiatry zachodnie, południowo-zachodnie i północno-zachodnie, o wiele rzadsze są z innych kierunków.

8. Występowanie silniejsze lub słabsze szablastości może zależeć od różnych czynników, jak jakość i zwięzłość gleby, ukorzenienie drzew, nachylenie zbocza itp. Wreszcie skłonność do wytwarzania szablastości pod wpływem wiatru może być też cechą właściwą pewnym rasom modrzewia. Czy cecha ta jest dziedziczną, czy nie, na to jedynie mogą dać odpowiedź odpowiednio przeprowadzone doświadczenia. Ciekawymi są doświadczenia, przeprowadzone z modrzewiem polskim w Danii i artykuł C. H. Bornebuscha (1948), omawiający je i opublikowany w zeszycie I „Sylwana" Rocz. XCII z 1948 r.

CYTOWANA LITERATURA.

C. H. Bornebusch. 1948. Doświadczenia z modrzewiem polskim w Danii. Sylwan. XCII (II), zesz. I. 14—21.

T. Dominik. 1946. Kilka słów o modrzewiach. Przegląd leśniczy. 5—8. Poznań, styczeń 1946.

W. Jedliński. 1922. Modrzew polski. (Larix polonica). Zamość. 70.

W. Kulesza. 1927. Modrzew polski na Górze Chełmowej i w Majdowie pod Skarżyskiem. Sylwan *45*. 221—227. Lwów.

M. Raciborski. 1890. Kilka słów o modrzewiu w Polsce. Kosmos. *15*. Lwów. 488—497.

M. Raciborski — W. Szafer. 1919. Flora polska. I. Kraków.

K. Stecki. 1948. Drzewoznawstwo. Cz. I. Poznań. 134.

K. Suchecki. 1947. Hodowla lasu. Warszawa. 825.
W. Szafer. 1913. Przyczynek do znajomości modrzewi eur-azjatyckich ze szczególnym uwzględnieniem modrzewia w Polsce. Kosmos. *38* 1281—1322.
W. Szafer. 1923. Z prac doświadczalni leśnych w Szwajcarii. Sylwan. *41*. Lwów. 169—175.
W. Szafer — S. Kulczyński — B. Pawłowski .1924. Rośliny polskie. Lwów — Warszawa. 736.
S. Tyszkiewicz. 1938. Próba ustalenia wytycznych dla hodowli modrzewia polskiego w Górach Świętokrzyskich. Las Polski. *18*. Warszawa.
S. Tyszkiewicz. 1938. O nasz modrzew. Las Polski. *18*. Warszawa.

SUMMARY

The problem of the curviformity of the trunks (sabre-shaped) of larches has been widely discussed in view of the significance this feature has for estimating the technical and cultivatable value of that tree. Many authors have defined this characteristic as being specific of the Polish larch *(Larix polonica* Rac.) and mentioned it even in diagnostic descriptions. The authors of the present paper set the mselves the task to ascertain whether curviform trunks occur also in the European larch *Larix europaea* DC.), how frequently they are encountered and what dimensions they reach. For this purpose they made measurements of 212 trees of curviform larches growing among European larches in the forests of Kwidzyń, situated in Pomerania on the Vistula. These trees were growing in five areas selected for investigation. The majority of the trees were 110—130 years old, in one area their age was of 30—40 years.

The results obtained were as follows:

1. The curviformity of the trunk of the European larch (*Larix europaea* DC). occurs very frequently in certain stands, it is therefore not characteristic of the species Polish larch *(Larix polonica* Rac.) and cannot be given as a diagnostic feature of the latter.

2. In the Kwidzyń forests among 212 measured European larches curviformity occured in 79,7 p. c., absolutely erect trunks were found in 15.5 p.c. whereas 4.7 p.c. of the trees had either crooked or uniformly oblique trunks.

3. The curviformity of the examined larches in the Kwidzyń forests appears usually at a level of less than 5 m. There happen to be, however, trees where the curviformity reaches 10 m, as f. ex. in No. 13 of the forests of Żeberdowo, section 255. This is undoubtedly connected with the age of the tree at which it was bent.

4. The deviation of curviform trunks of the European larch in the Kwidzyń forests ranges from 5—129 cm. Most frequent are deviations measuring 10—30 cm (over 50 p.c. of the curviform trees). In most of the trees (91 p.c.) the curviformity does not exceed 50 cm. Only in 9 p.c. the trees show stronger deviations.

5. Apart from a one-sided curviformity some specimens have twisted trunks, i.e. bent in various directions. In the investigated area this was noted in 5 trees, i. e. in 2.4 p. c.

6. In the Kwidzyń forests curviform deviations are directed mostly toward SE — 29.8 p.c., next toward E — 25 p.c.; less frequent are bends toward S — 13.1 p. c. and N — 8.9 p. c.; very much rarer are the following directions: SW — 4.2 p.c., W — 1.7 p.c. and NW — 1.2 p. c. There is therefore a marked predominance of eastward directions.

7. The directions in which the trunks are bent correspond with the directions of the winds and thus it may be assumed that curviform trunks are caused by the winds. Dominating are here western, southwestern and north-western winds, whereas winds from other directions are much rarer.

8. The occurrence of more or less distinct curviform trunks may be due to various factors, such as the kind and compactness of the soil, the manner in which the trees are rooted, the bending of the slopes, etc. The tendency to curviformity under the influence of winds may also be a characteristic feature of certain species of larch. Whether this feature is hereditary or not, is a question which can be answered only by undertaking appropriate experiments. Of considerable interest are in this respect the experiments made with the Polish larch in Denmark and the articles describing them published by C. H. Bornebusch in 1948 in „Sylwan" vol. XCII, No 1.

Szablastość modrzewia polskiego na Górze Chełmowej.

The curviformity of the Polish larch in Góra Chełmowa

† JÓZEF GOETZ

(wpł. 12.III.51)

Powszechnie znany jest fakt, iż modrzewie na Górze Chełmowej wykazują silną szablastość strzały. Zarazem znamiennym jest, iż na innych stanowiskach naturalnych modrzewie polskie odznaczają się pięknym prostym wzrostem i szablaste wygięcia strzały nad szyją korzeniową gdzieindziej nie występują albo spotyka się je u niektórych tylko okazów.

Kilka dni pobytu na Górze Chełmowej w sierpniu 1950 r. wykorzystałem dla przeprowadzenia obserwacji i badań nad tym niezmiernie z punktu widzenia leśno-hodowlanego ważnym zagadnieniem.

Z góry zaznaczyć chcę, iż pod szablastością rozumiem wychylenie pnia od osi pionowej lecz tylko w odziomkowej (dolnej) części strzały. Pomijam natomiast krętość strzały, t.j. liczne i silne nieraz wykrzywienia w środkowej i górnej partii drzewa, których powstanie niewątpliwie należy przypisać innym przyczynom niż tym, które wywołują właściwą szablastość.

Szczególne znaczenie dla hodowli lasu ma zbadanie przyczyn powstawania wspomnianej szablastości, a szczególnie stwierdzenie, czy jest ona cechą przejściową, wywołaną przez pewne lokalne czynniki siedliskowe, czy też dziedziczne. W. S z a f e r. (Z prac doświadczalni leśnych w Szwajcarii. Sylwan. 1923. str. 169—175) uważa za prawdopodobne, iż modrzew polski z Góry Chełmowej jest „krzywą rasą odżywczą", wysuwając pewną analogię do krzywego wzrostu modrzewi z Bonaduz (Szwajcaria), które swą krzywiznę zawdzięczają zapewne gruzowej ziemi, na której rosną". Również na Górze Chełmowej suche lessy bardzo niekorzystne dla wzrostu drzew (S. M i k l a s z e w s k i 1930. Gleby Polski. Warszawa) mogą

być wg Szafera przyczyną wytwarzania się tej krzywej rasy. Witold Kulesza (Modrzew polski na Górze Chełmowej i w Majdowie pod Skarżyskiem. 45. Sylwan. 1927) stwierdza, iż szablastość pni na Górze Chełmowej występuje nie tylko u modrzewi, ale również u wielu innych drzew (np. u dębów) i dochodzi do wniosku, iż „wchodzi tu w grę widocznie jakiś czynnik, działający ogólnie na pewne partie kształtującego się drzewostanu". Już pobieżne obserwacje na Górze Chełmowej pozwalają u większości modrzewi stwierdzić pewną regularność co do kierunku wygięcia strzały. Potwierdziły to również przytoczone pomiary wykonane na 504 drzewach (tabela 1).

TABELA 1
Wychylenie pni modrzewi (szablastość)
Deviation of the trunks of larches (curviformity)

W kierunku Direction	Na zboczu - on the slope				Po całym[1]) lesie - in the whole forest	Razem - total	
	W	S	E	N		sztuk No of specimens	% per cent
N	4	6	6	2	6	24	4,7
N - E	16	28	16	6	27	93	18,4
E	40	58	40	36	38	212 383	42,1 76
S - E	16	6	14	20	22	78	15,5
S	10	—	10	14	1	35	6,9
S - W	4	—	4	2	2	12	2,4
W	4	—	4	6	1	15	3,0
N - W	—	2	2	4	2	10	2,0
proste erect	6	—	6	12	1	25	5,0
Razem Total	100	100	102	102	100	504	100,00

Pomiary powyższe zostały wykonane na drzewach dowolnie wybranych w takiej kolejności, w jakiej je napotykano w drzewostanie. Dane te stwierdzają, iż większość pomierzonych modrzewi (76%) wychylonych jest w kierunku wschodnim oraz północno- i południowo-wschodnim. Szablastość w innych kierunkach jest stosunkowo rzadka (19%). Prostych drzew, do których także zaliczono wszystkie te drzewa, u których wychylenie jest bardzo słabo zaznaczone, spotyka się niewiele (5%). Również zaznaczają się pewne różnice w ilościach wychylonych drzew w zależności od kierunku nachylenia zboczy góry, szczupłość jednak pomiarów nie pozwala na wyprowadzenie stąd dalszych wniosków.

Stosunkowo często występująca prawidłowość wygięcia strzały w jednym kierunku nasuwa przypuszczenie, iż szablastość strzał modrzewi jest spowodowana czynnikami zewnętrznymi i to wiatrami zachodnimi (42,1%), a również północno- (18,4%) i południowo-zachodnimi (15,5%). Pokrywa się to z hypotezą wysuniętą przez Konstantego Steckiego (Drzewoznawstwo, część I. Poznań, 1948), iż „podawana pierwotnie jako cecha gatunkowa szablastość strzały u modrzewia polskiego okazała się cechą przypadkową...... i powstającą zapewne na skutek wiatrów". Dalsze obserwacje potwierdzają w zupełności tę hypotezę.

I tak w szkółce leśnej przy gajówce, odsłoniętej od strony zachodniej, prawie 85% rosnących tu 2—3-letnich modrzewi polskich, już w tym młodym wieku wykazuje wyraźnie pochylenie sadzonek w kierunku wschodnim i południowo-wschodnim. Przy 2-letnich ca 35—45 cm wysokich modrzewiach odchylenie wierzchołka od pionu wynosiło 5—8 cm, przy 3-letnich 1,25—1,75 m wysokich, wychylenie to znacznie silniej się zaznacza, a w dwu skrajnych wypadkach osiągnęło 85 i 95 cm.

Wybitnie jednokierunkowe pochylenie stwierdzić można było również na ca 4—5-letnich modrzewiach, obecnie 1,5—2,5 m wysokich, posadzonych na otwartej powierzchni (dawniejszym polu uprawnym), na skraju południowym lasu od strony wsi Nowa Słupia. Z pośród 100 zmierzonych tu modrzewi 6 wykazało pochylenie w kierunku północnym, 69 w kierunku północno-wschodnim, 24 w kierunku wschodnim i 1 w kierunku południowo-wschodnim.

Ciekawy również obraz przedstawia nieco starsza do 6 m wysoka tyczkowina modrzewiowa, rosnąca na skraju lasu w bliskim sąsiedztwie wspomnianej już uprawy. Prawie wszystkie drzewa w partii zachodniej, a więc narażonej na działanie wiatrów z tych stron wiejących, są pokrzywione i odznaczają się szablastością strzały. Modrzewie natomiast, korzystające z ochrony obok rosnących równowiekowych sosen i innych drzew, nie wykazują śladów szablastości.

U młodych 1—3-letnich samosiewek (zresztą nielicznych), rosnących w zaciszu otaczających je drzew i krzewów, odchyleń od pionu zauważyć nie dało się. Niewątpliwie u modrzewi korzystająjących z osłony innych drzew, a przeto mniej narażonych na pochylającą je siłę wiatrów, szablastość strzały znacznie mniej się zaznacza niż u drzew pozbawionych tej osłony.

Pokrywa się to z obserwacją J e d l i ń s k i e g o (Modrzew Polski. Zamość 1922), który stwierdził, iż „nad szyją korzeniową strzała jest prawie zawsze szablasto wygięta, szczególnie w czystych drzewostanach lub w domieszce z drzewami światłożądnymi". W innym miejscu ten sam autor pisze: „w skutek otoczenia drzewami cieniowymi (jodła, buk), które regulują dostęp światła, strzała wyrasta o wiele równiej. Szablastość egzemplarzy znacznie rzadziej się tu spotyka niż w drzewostanie A (czysty lub prawie czysty, 55—70-letni drzewostan modrzewiowy z małą domieszką sosny i dębu — najwyżej do 10%, przetknięty brzozą, o stopniu zadrzewienia 0,6), tak że strzały modrzewia widziane z daleka, robią często wrażenie jodeł. Zgrubiałość korzeniowa jest tu zwykle także mniejsza, co zapewne zależy od słabszego bocznego nacisku prądów powietrza, którym gęstsze sklepienie koron jodeł i buków utrudnia o wiele więcej dostęp do wnętrza drzewostanu, niż to ma miejsce w czystym drzewostanie modrzewiowym". Modrzew tutaj „tworzy— pod wpływem domieszanych drzew cieniowych — o wiele mniejsze i luźniejsze korony, składające się z znacznie krótszych gałęzi", co niewątpliwie również osłabia siłę wiatrów.

W przypuszczeniu co do wpływu wiatrów na wytworzenie się szablastości u modrzewi utwierdza nas nadto fakt, iż szablastość partii odziomkowej wykazują na Górze Chełmowej również sosny a nieraz dęby. Z pomierzonych 100 sztuk sosen porozrzucanych po całym lesie

8	sztuk	pochylonych	było	w kierunku	północnym
54	„	„	„	„	północno-wschodnim
7	„	„	„	„	wschodnim
5	„	„	„	„	południowo-wschodnim
2	„	„	„	„	południowym
2	„	„	„	„	północno-zachodnim
22	„	było prostych			

I w tym wypadku większość drzew (66%) jest pochylona w kierunku wschodnim (=NE+E+SE).

Stopień wychylenia strzał modrzewiowych w partii odziomkowej podlega dość dużym wahaniom, co ilustrują pomiary wykonane na 30 pniach, rosnących na północno-zachodnim skłonie Góry Chełmowej: (tabela 2).

Analizując powyższe dane cyfrowe stwierdzamy, iż maksymalne wychylenie od pionu na 1-ym m wysokości wyniosło 90 cm, na 2-gim m 187 cm, na 3-cim m 226 cm,, a na 4-tym m 253 cm. Większość drzew wykazuje największe wychylenie strzały na 4-tym

TABELA 2

Nr bież. No	Wychylenie od osi pionwej w cm na wysokośći Deviation from the vertical axis in cm at height of			
	1 m	2 m	3 m	4 m
1	35	60	65	77
2	29	61	71	80
3	27	55	73	99
4	32	62	74	80
5	46	85	92	91
6	32	45	34	32
7	18	41	52	17
8	13	39	64	93
9	90	150	189	200
10	20	56	75	81
11	23	41	53	37
12	35	92	150	173
13	30	57	69	82
14	35	61	70	79
15	35	49	36	29
16	27	45	68	81
17	24	51	78	88
18	32	59	77	81
19	16	43	70	88
20	46	116	167	237
21	29	48	58	58
22	21	46	63	64
23	22	23	25	24
24	13	30	37	49
25	9	24	17	—
26	18	23	32	33
27	1	13	7	—
28	17	52	87	108
29	69	187	226	253
30	23	40	58	58
Średnie wychylenie wszystkich drzew mierzonych — mean deviation of all measured trees	35,6	58,5	74,6	82,4
Ilość sztuk o kulminacyjnym wychyleniu na danej wysokości — number of specimens of culminating deviation at a given height	—	4	4	22

m wysokości oraz w dalszych nie mierzonych partiach pni, co wskazywałoby na to, iż pochyleniu uległy modrzewie czterometrowe lub wyższe. Na ogólną ilość pomierzonych drzew, tylko 4 sztuki pochylone zostały jako dwumetrowe, a w czterech wypadkach jako trzymetrowe drzewka.

Znane prawo przyrodnicze, że wierzchołki pochylonych drzew starają się już w pierwszym roku wegetacji powrócić do pionowego kierunku wzrostu, tłumaczy nam wytwarzanie się u pochylonych drzew t.zw. szablastości strzały, którą z czasem jeszcze silniej podkreśla ekscentryczny przyrost na grubość pochylonych pni.

Przyczyny pochylenia drzew przez wiatry zachodnie względnie północno- lub południowo-zachodnie upatrywać należy między innymi:

1) w jakości gleby pokrywającej Górę Chełmową oraz

2) w budowie systemu korzeniowego modrzewi.

Góra Chełmowa (wg Jedlińskiego) składa się „z twardego, jasnoszarego, ścisłego, do kwarcytu zbliżonego piaskowca" utworu formacji dewońskiej. Pokrywają ją lessy średnio głębokie, t.zn., że „warstwa gleby, z której korzenie czerpią pokarm i wilgoć, jest 40—60 cm głęboka".

Lessy odznaczają się znaczną żyznością, a poza tym zdolnością nasycania się dużymi ilościami wody. Według Miklaszewskiego (l.c.) „nasiąkają wodą jak gąbka i są bardzo przepuszczalne, ale też i bardzo trudno przesiąkliwe, tzn. trudno oddają wodę warstwom innym, z którymi się stykają". Przy takich właściwościach lessy w razie opadów deszczowych nabierają dużej plastyczności, a tym samym nie dają dostatecznego oparcia i zakotwiczenia korzeniom drzew. Zważywszy, iż opadom deszczowym towarzyszą przeważnie wiatry zachodnie, możliwość pochylenia modrzewi zwłaszcza słabiej zakorzenionych jest duża.

Możliwość tę zwiększa nadto słabo wykształcony system korzeniowy. Wnioskując z kilku wykopanych w szkółce i lesie młodych modrzewi, system korzeniowy w stosunku do części nadziemnej jest bardzo mały, brak korzenia palowego, a poza tym wszystkie korzenie boczne są cienkie i na ogół stosunkowo krótkie. Fot. 1. Tak ukształtowany system korzeniowy przypisać można bogatej glebie lessowej, w której „pobieranie pokarmów mineralnych ułatwia duża powierzchnia zbiorowa cząsteczek, wynikająca z drobności ziarn lessów" (Miklaszewski l. c.).

Fot. 1. Dwuletnie siewki modrzewia polskiego *Larix polonica* Rac. z Góry Chełmowej wykazujące słaby system korzeniowy.
Photograph 1. 2-years seedlings of Polish larch (*Larix polonica* Rac.) from Góra Chełmowa with weak root system.
Fot. J. Goetz 21. XI. 50 r.

Przy tych korzystnych przeto dla rośliny możliwościach pobrania składników mineralnych i wody ze stosunkowo małej objętości gleby system korzeniowy może być znacznie mniejszy niż w glebach mniej urodzajnych — piaszczystych. W przeciwnym wypadku roślina zmuszona jest wykształcić duży system korzeniowy, daleko rozgałęziający się i sięgający głęboko w ziemię, celem pobrania składników mineralnych, a zwłaszcza dotarcia do wilgoci wgłębnej.

Z powyższego można wnioskować, iż przy dużej plastyczności gleby, a nadto małym systemie korzeniowym odporność modrzewi (zwłaszcza w pierwszych latach ich rozwoju) na siłę wywalającą wiatrów musi być bardzo mała. Tym dwom czynnikom przeto przypisać niewątpliwie należy silne pochylenie pni na Górze Chełmowej pod wpływem wiatrów i wytworzenie się w związku z tym późniejszej szablastości strzały.

Na innych stanowiskach naturalnego występowania modrzewia polskiego wspomnianej szablastości nie obserwuje się, względnie jest ona zjawiskiem odosobnionym. Niewątpliwie warunki rozwojowe modrzewia, (jakość i głębokość gleby) są tam inne niż na Górze Chełmowej.

Należy stwierdzić, iż wspomniana szablastość nietylko pojawia się u modrzewia polskiego, ale również obserwować można ją u modrzewia europejskiego oraz modrzewia japońskiego (*Larix leptolepis*). Niewątpliwie we wszystkich tych wypadkach mamy do czynienia z pewnymi lokalnymi warunkami siedliskowymi, umo-

żliwiającymi wychylenie się strzały od osi pionowej i w rezultacie prowadzącymi do wytwarzania się szablastości strzały.

Zupełnie odrębnym zagadnieniem, nie stojącym w związku z szablastością strzały jest krętość pnia w jego środkowej i górnej partii. Na ogół wszystkie modrzewie (również sosny względnie dęby) wykazują na Górze Chełmowej wysoce niezadawalający pokrój, uwydatniający się w silnych skrzywieniach strzały i gałęzi. Na fakt ten (w odniesieniu do drzew owocowych i leśnych na glebach lessowych) wskazuje również Miklaszewski. ,,Co jest powodem że drzewa gorzej rosną na lessach, aniżeli na glebach innych, dotychczas nie mogę sobie dostatecznie w szczegółach wyjaśnić, fakt ten jednak wątpliwości najmniejszej nie ulega". Zwłaszcza modrzewie we wszystkich klasach wieku wykazują silną krętość strzały i pędów włącznie.

Krętość ta wydaje się nawet być cechą dziedziczną, na co wskazywałyby doświadczenia, przeprowadzone przez Burnebuscha w Danii (Experiments with Polisch larch in Denmark. Sylwan 1948, zesz. 1.).

Według tych badań modrzewie wyhodowane z nasienia sprowadzonego z Góry Chełmowej mają w Danii krzywe strzały i pod tym względem już z dużej odległości wyróżniają się z pośród modrzewi innego pochodzenia. Niestety z artykułu wspomnianego nie wynika jasno, czy pod mianem krzywizny strzały kryje się poza wspomnianą już krętością strzały również pojęcie szablastości.

Poza szablastością i krętością strzały modrzewi na Górze Chełmowej wprost uderzająca jest silna zbieżystość strzały i to przede wszystkim w jej części odziomkowej. Stopień zbieżystości ustalony na 20 drzewach ilustrują następujące pomiary (tabela 3).

Na podstawie tych liczb uwydatnia się szczególnie silnie zgrubienie szyi korzeniowej, o którym wspomina Jedliński. Duża zbieżystość strzały zaznacza się przede wszystkim na pierwszym metrze bieżącym (21 cm = przeciętna różnica średnic pomierzonych przy ziemi i na jednym metrze), a również jeszcze na drugim (11 cm). Mniej więcej od 3 m wysokości różnica średnic jest już nieznaczna, a w większości wypadków nie odbiega od normalnej.

Szablastość strzały jako cecha uwarunkowana siedliskiem w świetle najnowszych badań uczonych radzieckich (Miczurin, Łysenko) musi budzić obawy co do wartości hodowlanej nasion zbieranych z tych drzew, a zadagnienie krętości strzały i zbieżystości — zwłaszcza przyczyny ich powstawania — wymagają jeszcze szczegółowych badań dla naświetlenia wartości hodowlanych modrzewia polskiego z Góry Chełmowej.

TABELA 3

Nr No	Średnica w cm na wysokośći diameter in cm at height of					Różnice w średn. na 1 m b. w cm drfference in diam. at 1 m in cm			
	0 m	1 m	2 m	3 m	4 m	0 - 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4
1	106	85	74	72	64	21	11	2	8
2	111	88	78	74	68	23	10	4	6
3	102	77	72	63	61	25	5	9	2
4	116	88	68	62	58	28	20	6	4
5	107	86	66	61	57	21	20	5	4
6	107	77	66	64	60	30	11	2	4
7	106	87	68	58	54	19	19	10	4
8	89	69	60	56	54	20	9	4	2
9	85	66	62	57	55	19	4	5	2
10	89	72	60	55	53	17	12	5	2
11	122	96	80	78	74	26	16	2	4
12	120	89	79	75	72	31	10	4	3
13	90	77	64	58	55	13	13	6	3
14	79	64	56	53	48	15	8	3	5
15	93	75	69	65	61	18	6	4	4
16	98	80	71	64	61	18	9	7	3
17	83	72	56	52	50	11	16	4	2
18	95	75	73	67	60	20	2	6	7
19	105	79	71	67	62	26	8	4	5
20	94	77	71	66	60	17	6	5	5
średnio avezage	100	72	68	63	59	21	11	5	4

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych na Górze Chełmowej badań można ustalić następujące wnioski:

1) Najczęstszym kierunkiem szablastości strzały modrzewia polskiego jest kierunek wschodni, północno- i południowo- wschodni (76%).

2) Kierunek nachylenia zgadza się z panującym kierunkiem wiatrów zachodnich (42,1%).

3) Szablastaść strzały występuje już u młodych 2 —3 letnich siewek.

4) Podobnej szablastości ulegają również sosny i dęby rosnące w miejscach narażonych na działanie wiatrów.

5) Modrzewie polskie chronione od wiatrów przez inne drzewa posiadają strzały proste.

6) Lessy Góry Chełmowej wpływają na wytworzenie słabego systemu korzeniowego u modrzewia polskiego.

7) Plastyczność lessów zmniejsza odporność modrzewia na działanie pochylające wiatrów.

8) Szablastość strzały u modrzewia polskiego na Górze Chełmowej wywołana jest warunkami zewnętrznymi, a mianowicie wiatrami zachodnimi i lessową glebą, która w stanie przepojenia wodą staje się plastyczną i nie daje dostatecznego oparcia korzeniom modrzewia.

SUMMARY

The author presents the results of investigations he carried out on the curviformity of the trunk (sabre-shaped) of the Polish larch (*Larix polonica* Rac.) in Góra Chełmowa, during the summer of 1950. He measured a total of 504 specimens of the Polish larch defining the direction of their deviation (curviformity). The measurements showed that most of the trees are bent in an eastern, north-eastern and south-eastern direction (76 p. c.) which is in conformity with the predominance of westerly winds. The results of these measurements confirm the hypotheses of many authors, that the curviformity of the Polish larch is not a specific but an accidental feature due to external factors.

Further investigations undertaken by the author state this conformity also on the basis of measurements of 2 —5 year old seedlings of the Polish larch. The occurrence of curviform trunks bent toward east and south east may be observed already in such young trees. Similar deviations are noticeable also in firs and oaks exposed to the influence of winds, whereas the Polish larch protected from the winds does not show any curviformity.

On the other hand, the author considers curviformity to be due to the quality of the soil. Góra Chełmowa consists of hard Devonian formations covered by a 50 —60 cm thick layer of loess. In these favourable conditions (loess) the larch forms a weaker root system than in less fertile soil and consequently reacts more to the influence of winds, the more so that loesses adopt great plasticity in rainy periods.

It is therefore only to the influence of westerly winds and to the loess sub-soil that the occurrence of curviformity (sabre-shaped trunks) of the Polish larch in Góra Chełmowa may be ascribed and this feature cannot be regarded as specific.

Protomyces Wodziczkoi nov. spec.

J. W. SZULCZEWSKI
Puszczykowo pod Poznaniem.

(wpłynęło 12. IV. 51)

W sierpniu przeszłego roku znalazłem w swoim ogrodzie dotąd nie notowane wyrośle (cecidium). Było to wrzecionowate nabrzmienie pędu żółtlicy *(Galinsoga parviflora* Cav.). Dla mnie znalezisko to było niespodzianką, bo właśnie w ostatnich latach, zbierając wyrośle Wielkopolskiego Parku Narodowego (w którego skład wchodzi Puszczykowo)[1], zwracałem na żółtlicę baczną uwagę. Jednakże prócz gąsienicy motylka, minującej liście, żadnego pasożyta na niej stwierdzić nie zdołałem, co się tłumaczy tym, że żółtlica należy do roślin — przybyszów.

Przed mniejwięcej stu laty przedostawszy się z Ameryki Południowej do Europy, w roku 1879 zjawiła się pierwszy raz w Poznaniu, skąd w niedługim czasie zawładnęła całą Wielkopolską[2]. Doświadczenie poucza, iż przybyszom nie towarzyszą dotychczasowe pasożyty; później dopiero zjawiają się na nich nowe i to z przedstawicieli nowej okolicy. — W ciągu następnych tygodni (aż do pierwszych mrozów) podobnych wyrośli znalazło się coraz więcej, i to przeważnie na pędach bocznych.

Wewnątrz stwierdzić się dały kuliste, grubą błoną pokryte, do zarodników podobne przetrwalniki[3]. Owe wyrośle były więc pochodzenia roślinnego (fitocecidia), powodowane pasożytowaniem grzyba, jak z budowy przetrwalników wywnioskować było można, z rodzaju P r o t o m y c e s (Ascomycetes).

---

[1] J. W. S z u l c z e w s k i, 1930. Wyrośla Wielkopolskiego Parku Narodowego. P. Tow. Przyj. Nauk.

[2] J. W. S z u l c z e w s k i, 1930. Przybysze i przybłędy w roślinności Poznania. P. Tow. Przyj. Nauk.

[3] J. S c h r o e t e r, 1889. (Die Pilze Schlesiens, Wrocław) umieszcza go jeszcze między Saprolegniaceae a Ustilaginei, gdyż jego przetrwalniki uważano wtedy za zarodniki.

Rys. 1 i 2. Pędy *Galinsoga parviflora* zdeformowane przez *Protomyces Wodziczkoi*

Z rodzaju tego znano dotychczas 6 gatunków:

1) *Protomyces macrosporus* Unger, powodujący na liściach i pędach *Aegopodium podagraria*, rzadziej zaś na innych baldaszkowatych, na *Heracleum sphondylium, Chaerophyllum hirsutum* i *Anthriscus vulgaris* na żółto zabarwione wręgowate nabrzmienia. Jego kuliste lub podługowate przetrwalniki, 40 — 80μ długie i 35 — 60μ szerokie posiadają do 5μ grubą, żółtawą błonę. Jest to gatunek najwcześniej poznany, bo w roku 1833. Do później opisanych należą:

2) *P. pachydermus* Thümen, który na liściach i szypułkach kwiatowych *Taraxacum officinale* wywołuje podobne, choć mniejszych rozmiarów nabrzmienia. Jego kuliste przetrwalniki posiadają 28 — 36μ w przekroju, zaś ich błona, 2,5 — 4μ gruba, odznacza się gładką powierzchnią.

3) *P. kreutensis* Kühn powoduje na *Aposeris foetida, Leontodon hispidus i autumnalis* nie bardzo wystające brunatne wypukliny. Jego różnego kształtu przetrwalniki, kuliste, eliptyczne lub kanciaste wykazują 20 — 43 μ (zazwyczaj 30 — 36 μ).

4) *P. bellidis* Krieger jest powodem powstania małych, kulistych, ½ — 1½ mm wielkich, białożółtych lub bladobrunatnych, słabo wypukłych plam na liściach *Bellis perennis*. Jego przetrwalniki z kształtu do przetrwalników poprzedniego gatunku podobne, posiadają w przekroju 25 — 45 μ, ich żółtawa błona zaś jest mniejwięcej 5 μ gruba. — Ostatnie 2 ze znanych gatunków nie są twórcami wyrośli, i tak:

5) *P. fallax* Sacc. wegetuje w gnijących igłach sosnowych, posiada kuliste, bezbarwne przetrwalniki, 16 — 20 μ w przekroju wielkie z gładką ½ — 2 μ grubą błoną, zaś:

6) *P. carpogenus* Sacc. jest przyczyną powstania pod naskórkiem pędów roślin dyniowatych różnego kształtu prztrwalników, głównie kulistych i jajowatych, 25 — 30 μ wielkich z błoną do 1 μ grubą.

Nowo odkryty gatunek wywołuje na pędach *Galinsoga parviflora* Cav. do 5 cm długie, wrzecionowate nabrzmienia. (Ryc. 1). Opadnięte pędy boczne ulegają skarłowaceniu, tak że nie wystają ponad wyrośle (Ryc. 2). Przetrwalniki, kształtu kulistego, pod względem wielkości znacznie się różnią, posiadają w przekroju 40 —72 μ (najliczniej 55 μ), zaś ich żółtawa błona, z powierzchnią chropowatą, posiada grubość 9 — 15 μ (najliczniej 12 μ). Narazie ów gatunek znany jest tylko z Puszczykowa pod Poznaniem.

Protomyces Wodziczkoi nov. spec. efficit in caulibus Galinsoga parviflora Cav. cecidia longitudinis ad 5 cm formae fusi. Intus in eis inveniuntur sporae, globuli, quorum linea dimetrica 40 — 72 μ (frequens 55 μ). Membrana eorum coloris subflavi, in superficie iniqua, est crassitudinis 9 — 15 μ (frequens 12 μ).

Jak z powyższego wynika, razem z nowoodkrytym rodzaj *Protomyces* skupia 5 gatunków wyroślotwórczych (cecidozoów). Z tych prócz pierwszego, posiadającego rozległy zasiąg, wszystkie inne znane są z jednej tylko okolicy, a nawet z jednej lub kilku tylko miejscowości. Z tego wynikałoby, że są to gatunki nowe, nie dawno temu z pierwszego gatunku powstałe, który obecnie znajdować się musi w okresie rozszczepiania się na nowe formy. Te, osiedliwszy się na nowych roślinach — żywicielkach, przybierają odmienne własności.

Nowo odkryty gatunek został nazwany na cześć przedwcześnie zgasłego profesora U. P. Adama Wodziczki, zasłużonego badacza i inicjatora Wielkopolskiego Parku Narodowego, na którego terenie ów gatunek został stwierdzony.

SUMMARY

Last year in the month of August the author discovered in his garden in Puszczykowo near Poznań on *Galinsoga parviflora* Cav. suddenly appearing cecidia, caused by a new species of *Protomyces*, which he named *Protomyces Wodziczkoi* nov. spec. Considering that among the 5 species of this genus, known till now and causing cecidia, only *Protomyces macrosporus* Unger is known since a long time and has a great spreading, all the other species are in the author's opinion of newer origin and are descending from this one.

Pamięci Włodzimierza Czapskiego pracę tę poświęcam — autorka.

Badania nad mykotrofizmem nizinnego zespołu łąkowego na Psim Polu pod Wrocławiem

Recherches sur le mycotrophisme de l'association végétale de la prairie située dans le bas-fond à Psie Pole près de Wrocław.

WANDA TRUSZKOWSKA

(wpł. 18. V. 51)

Badania nad mykotrofizmem nizinnego zespołu łąkowego są jednym ogniwem, z całego cyklu prac podjętych w Polsce przez Dominika i jego uczniów, nad całością zagadnienia mykorhizy.

Dotychczasowe zainteresowania szły po linii badania mykorhizy poszczególnych gatunków roślin w rozmaitych warunkach ekologicznych (Asai), oraz poznanie fizjologii mykorhizy na podstawie sztucznych kultur i wyosobnienia poszczególnych symbiontów (szkoła Melin'a).

Zespół roślinny, jako całość, nie był dotychczas brany pod uwagę w związku z tym zagadnieniem.

Roślinnością łąkową, a także jej mykorhizą, zajmował się twórca systemu trawopolnego W. Wiliams, który w związku z tym tematem opisuje, że: „rośliny darniowe mają powierzchnię korzeni pokrytą białym, szarym lub żółtawym wojłokowatym pokrowcem, składającym się z nitek przeplatających się w przestrzeniach międzykomórkowych zewnętrznej części korzenia. Nitki te dosięgają czasem długości 10 mm i zawierają pomiędzy swymi splotami odrobiny gleby. Całość ta stanowi mykorhizę ektotroficzną, która grubą opilśnią oplata zewnętrzne części korzenia, wytwarzając dookoła nich zwarte pochwy". Opis ten zamieszcza Jaczewski (Osnowy mikołogii 1934 str. 735), dodając od siebie, że rośliny darniowe w ogóle nie wytwarzają mykorhizy ektotroficznej.

Ryc. 1. Ogólny widok łąki na Psim Polu pod Wrocławiem. Fot. T. Dominik

W dalszym ciągu pisze Wiliams, że: „trawy i turzyce są roślinami mykotroficznymi. Wieloletnie trawy uprawne należą na ogół do roślin autotroficznych chociaż i pośród nich trafiają się mykotroficzne".

Autor ten zaznacza, że w środowisku beztlenowym (mówi ciągle o łąkach) mogą żyć tylko rośliny o mykotroficznym systemie odżywiania, ponieważ same rośliny zielone nie pobierają z gleby składników popiołowych, występujących w postaci związków organicznych, chyba że wchodzą w symbiozę z grzybami, które znowu czerpią tlen niezbędny do życia z tkanki korzenia rośliny wyższej. Grzyb zaś mykorhizowy dostarcza korzeniom azotu związanego, zaczerpniętego z organicznych połączeń amoniakalnych.

Odnośnie drzew podaje Wiliams, że olsza jest jednym z pierwszych przedstawicieli mykotrofów z pośród roślin drzewiastych.

Wyniki badań nad mykotrofizmem poszczególnych roślin, wchodzących w skład zespołów łąkowych podaje Jaczewski, cytując wypowiedzi Stahl'a, który między innymi zaznacza, że *Cyperaceae* są rodziną autotroficzną, Peyronel'a, Schlicht'a, O'Brien'a oraz własne, zwracając uwagę że u trędownikowatych występuje parasymbioza (autorowie bez dat za nazwiskami cytowani są według Jaczewskiego).

Z dotychczasowych badań wynika, że zjawisko współżycia roślin zielonych z grzybami jest bardzo rozpowszechnione. Jest ono znacznie częstsze i pospolitsze niż do niedawna przypuszczano. Każda nowa praca, podjęta w tym kierunku, zwiększa katalogi roślin mykotroficznych (A s a i 1934, S t a h l 1900, D o m i n i k 1951).

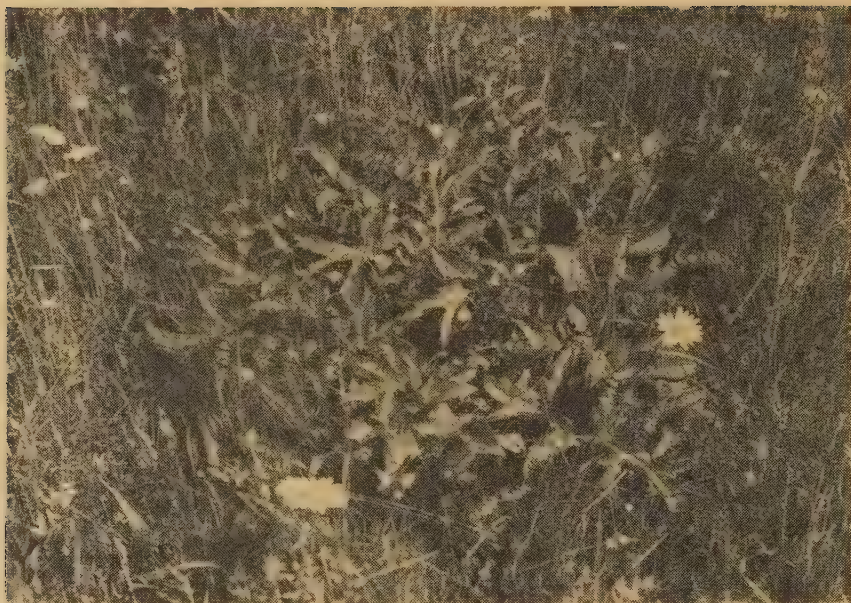
Przechodząc do własnych badań, krótko zdefiniuję pojęcie łąki jako zbiorowiska roślinnego.

Według W a r m i n g a łąki są to formacje roślin trawiastych i ziół przywiązanych do umiarkowanego klimatu. Często są to zbiorowiska nawpół sztuczne, zawdzięczające swe powstanie człowiekowi, bez interwencji którego miejsce ich niewątpliwie zajęłyby lasy, ponieważ klimat ich i stosunki wodne przeważnie odpowiadają wymaganiom lasu.

Ze względu na warunki ekologiczne i skład florystyczny dzielimy łąki na naturalne i sztuczne.

Patrząc na łąki naturalne, z punktu widzenia fitosocjologicznego stwierdza się fakt, że często ma się do czynienia z zespołami nietypowymi i przeważnie nietrwałymi, dalekimi bardzo od klimaksu, którym dla naszego klimatu jest las.

Ryc. 2. Fragment aspektu zespołu roślinnego łąki na Psim Polu pod Wrocławiem. Fot. T. Dominik.



Ryc. 3. Fragment aspektu zespołu roślinnego łąki na Psim Polu pod Wrocławiem. Fot. T. Dominik.

Łąki sztuczne, charakteryzujące się małą ilością ziół, a przewagą słodkich traw i roślin motylkowych, są gatunkowo bardzo zubożałe tworząc w odróżnieniu od naturalnych, nie zespoły roślinne lecz agregacje. Łąki sztuczne są zazwyczaj hodowane na miejscach podmokłych łąk kwaśnych, które uprzednio poddano melioracji. Każda łąka sztuczna może się z czasem przekształcić w łąkę półnaturalną.

Wybrany fragmnt łąki na Psim Polu, gdzie zebrano materiał florystyczny do badań mykorhizowych, jest właśnie przykładem łąki półnaturalnej, ponieważ od czasu ukończenia działań wojennych w 1945 r., kiedy przeszła pod zarząd Wydziału Rolnego U. W. nie była podsiewana ani nawożona.

Obecnie jest ona w stadium daleko posuniętej regeneracji, ponieważ ingerencja człowieka ogranicza się do dwukrotnego, w ciągu okresu wegetacyjnego, koszenia i zbierania siana. Wobec tego można ją traktować jako półnaturalną o czym świadczy jej skład florystyczny, który dla lepszego zobrazowania podam w porządku fitosocjologicznym:

I. — piętro wysokich traw o małym zagęszczeniu stanowią: *Alopecurus pratensis, Avena elatior, Dactylis glomerata, Festuca pratensis.*

Ryc. 4. Fragment aspektu zespołu roślinnego łąki na Psim Polu pod Wrocławiem. Fot. T. Dominik.

II. — piętro niskich traw i ziół, o zagęszczeniu bardzo silnym, stanowią: *Achillea millefolium, Agrostis alba, Ajuga reptans, Alectorolophus maior, Allium schoenoprasum, Anemone ranunculoides, Antoxantum odoratum, Archangelica officinalis, Armeria vulgaris, Artemisia vulgaris, Bellis perensis, Brisa media, Bromus mollis, Brunella vulgaris, Caltha palustris, Campanula patula, Carex echinata, Carex gracilis, Carex panicea, Centaurea cyanus, Centaurea jacea, Cerastium arvense, Cerastium caespitosum, Chrysanthemum leucanthemum, Cirsium arvense, Cirsium canum, Cirsium oleraceum, Cirsium palustre, Crepis paludosa, Crepis virens, Daucus carota, Dianthus carthusianorum, Fragaria vesca, Galium boreale, Galium mollugo, Galium palustre, Geum rivale, Glechoma hederacea, Holcus lanatus, Leontodon hispidus, Lithospermum arvense, Lotus corniculatus, Lychnis flos cuculi, Lysimachia nummularia, Medicago lupulina, Myosotis caespitosa, Pastinaca sativa, Phalaris arundinacea, Plantago lanceolata, Poa palustris, Poa pratensis, Polygonum aviculare, Poten-*

tilla anserina, Ranunculus acer, Ranunculus ficaria, Ranunculus repens, Rumex acetosa, Sanguisorba officinalis, Senecio vulgaris, Silaus pratensis, Succisa pratensis, Symphytum officinale, Taraxacum officinale, Thalictrum angustifolium, Thlaspi arvense, Trifolium hybridum, Trifolium pratense, Urtica dioica, Veronica chamaedrys, Vicia cracca.

III — piętro najniższe składa się z mchu i grzybów: *Brachythecium rutabulum, Lycoperdon gemmatum* i *Lycoperdon pyriforme.*

Omawiana łąka jest położona w dolinie rzeki Widawy o 300 m oddalona od jej koryta, leży na idealnej płaszczyźnie wzniesionej na 116 m nad poziomem morza. Jest ona wilgotna, o czym świadczy wyżej zamieszczony jej skład florystyczny. — Przez środek jej przechodzi rów melioracyjny, w którym na wiosnę można zaobserwować bardzo duże wycieki żelaziste koloru czekoladowego.

W rowie tym ulokowała się roślinność wybitnie hygrofilna, której nie można zaliczyć do zespołu łąkowego jak: *Alisma plantago, Bidens tripartitus, Caltha palustris, Carex riparia, Carex vulpina, Epilobium palustre, Equisetum palustre, Filipendula ulmaria, Iris pseudoacorus, Juncus effusus, Luzula campestris, Lysimachia nummularia Lythrum salicaria, Mentha aquatica, Mentha pulegium, Myosotis palustris, Phalaris arundinacea, Polygonum amphibium, Ranunculus ficaria, Rumex crispus, Scrophularia nodosa* oraz z roślin drzewiastych:*Alnus glutinosa, Salix aurita* i *Salix fragilis.*

W punktach o najwyższym wzniesieniu spotyka się pojedynczo lub w niewielkich skupieniach rośliny, które zostały wprawdzie zamieszczone w zespole, a zasadniczo należące do innych środowisk jak: *Anemone ranunculoides, Armeria vulgaris, Dianthus carthusianorum, Fragaria vesca, Holcus lanatus.*

W najbliższym sąsiedztwie pola napotyka się w zespole łąkowym chwasty polne jak: *Centaurea cyanus, Cirsium arvense* i *Senecio vulgaris.*

Podłożem terenu są gleby aluwialne: mada glinkowata i gleba mułowo-błotna-glinkowata. Pierwsza z nich zajmuje 3/4 powierzchni, druga występuje w najbliższym sąsiedztwie rowu oraz w płaskich, nieckowatych zaklęśnięciach terenu zaznaczających się wyraźnie na wiosnę dzięki hygrofilnej roślinności.

Profil mady glinkowatej.

0—21 cm. — poziom darniowo-próchniczny o szarym zabarwieniu i strukturze drobno-gruzełkowatej. Odczyn zbliżony do obojętnego. pH = 6—7.

22—62 cm. — poziom glinkowaty brunatno-szary o strukturze gruzełkowatej, zawierającej rdzawe cętki i plamy wodorotlenku żelazowego oraz konkrecje żelazowo-manganowe, pH = 6,1.

63—95 cm. — warstwa pyłowa żółto zabarwiona z licznymi plamami rdzawymi oraz płatami szaro-zielonymi (gley).

96—120 cm — piasek średni i gruby żółto-szary przechodzący w dolnej części w piasek drobny i wilgotny o zabarwieniu zimnym. Przejścia między horyzontami glebowymi łagodne.

Profil gleby mułowo-błotnej-glinkowatej.

0—21 cm — namuł glinkowaty o strukturze grubo-gruzełkowej i dużej zawartości próchnicy, na dole występują rdzawe cętki, pH=6,0. Przejście do następnego horyzontu stopniowe.

22—62 cm. — namuł glinkowaty ciemno-szary, dużo cętek i nacieków wodorotlenku żelazowego.

63—114 cm. — namuł glinkowaty szaro-zielonkawy, oglejony z wtrąceniami wiwianitu. Dużo rdzawych zacieków. Przejście wyraźne.

poniżej 115 cm. jasno-szary gruby piasek. Woda gruntowa na głębokości 116 cm.

Załączam również dane dotyczące stosunków wodnych, które stanowią bardzo ważny czynnik w życiu i rozwoju łąki, a są uzależnione od klimatu: w tym szczególnie od ilości wody opadowej i temperatury oraz wody gruntowej.

TABELA Nr 1

Poziomy wody gruntowej dla mady glinkowatej

Data	Głębokość wody gruntowej
18.IX.47	135 cm.
17.X.47	145 „
3.XI.47	142,5 „
14.XI.47	131,5 „
28.XI.47	108,0 „
15.XII.47	47,0 „
27.XII.47	33,5 „
10.I.48	13,0 „
25.I.48	woda wystąpiła na powierzchnię
12.II.48	„ „ „ „
1.III.48	23,0 cm.
14.III.48	10,0 „
25.III.48	16,0 „
15.IV.48	85,0 „
5.V.48	85,0 „
2.VI.48	89,0 „
2.VII.48	97,3 „

TABELA Nr 2

Poziomy wody gruntowej dla gleby mułowo-błotnej-glinkowatej

Data	Głębokość wody gruntowej
18.IX.47	109,0 cm.
17.X.47	114.0 „
3.XI.47	110.0 „
14.XI.47	96.5 „
28.XI.47	73,5 „
15.XII.47	18,5 „
27.XII.47	4,0 „
10.I.48	woda wystąpiła na powierzchnię
25.I.48	„ „ „ „
12.II.48	„ „ „ „
1.III.48	„ „ „ „
14.III.48	„ „ „ „
25.III.48	„ „ „ „
15.IV.48	21,0 cm.
5.V.48	64,5 „
2.VI.48	69,5 „
2.VII.48	75,0 „

Profile glebowe oraz stosunki wodne opracował dr Stanisław Kowaliński, starszy asystent Zakładu Gleboznawstwa Wydziału Rolnego U. W.

TABELA Nr 3

Dane klimatyczne

	Miesiące											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Średnia temperatura	−1,3°	−1,5°	2,4°	7,6°	13,6°	15,0°	18,7°	17,1°	13,9°	9,0°	4,0°	−0,7°
Opady w mm.	33	26	24	46	70	89	62	77	58	58	38	26

(Dane klimatyczne pochodzą z Deutsches Meteorologisches Jahrbuch, podaję średnią z dziesięciolecia 1924—1933).

Analizę chemiczną, dla obu typów gleb, na podstawie próbek pobranych z dwu pierwszych poziomów (to znaczy darniowego i bezpośrednio pod nim zalegającego) wykonał Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa we Wrocławiu. Stosunkowo małe ilości azotu w danych glebach uniemożliwiły wykonanie analizy na azot azotanowy, amoniakalny i organiczny normalnymi metodami analitycznymi, dlatego podany został tylko w % azot ogólny.

TABELA Nr 4

Mada glinkowata	P_2O_5	K_2O	N.
I — poziom darniowy	12,3	1,0	0,25%
II — poziom	10,6	0.0	0,20%

TABELA Nr 5

Gleba mułowo-błotna glinkowata	P_2O_5	K_2O	N.
I — poziom darniowy	20,0	2,0	0,41%
II — poziom	17,5	2,0	0,43%

UWAGA: zawartość fosforu i potasu jest podana w miligramach na 100 gr. gleby.

Do badań mykotrofizmu wyżej opisany rodzaj łąki jest szczególnie pożądany, gdyż roślinność która w chwili obecnej ma ten teren w swoim posiadaniu, zdążyła go zagospodarować i wytworzyć mniej więcej naturalną biocenozę oraz odpowiadające danemu zespołowi warunki glebowe, ponieważ jak mówi Wiliams „właściwym czynnikiem tworzącym glebę jest roślinność. Wszelkie przemiany gleby będą się łączyły z przemianami szaty roślinnej".

Materiał korzeniowy do badań zbierano na przestrzeni prawie całego okresu wegetacyjnego to zn. od połowy kwietnia do połowy października i konserwowano w alkoholu.

Do badań mikroskopowych materiał korzeniowy został przygotowany metodą parafinową.

Wyniki badań nad mykotrofizmem poszczególnych komponentów wyżej omówionego zespołu podaję ułożone w tabeli dla łatwiejszego wyciągnięcia z nich wniosków.

L. p.	Gatunek	włośniki	Rodzaj współżycia myk. end.	myk. ekt.	inny rodz. współż.	Uwagi
	Equisetaceae					
1	*Equisetum palustre*	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego.
	Alismataceae					
2	*Alisma plantago*	+	—	—	—	Obwód korzeni stanowi linia silnie pofalowana.
	Liliaceae					
3	*Alium* * *schoenoprasum*	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego w stadium daleko posuniętego trawienia strzępek.
	Iridaceae					
4	*Iris pseudoacorus*	—	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego, warstwa garbnikowa i trawienna dobrze wyróżnialna.
	Juncaceae					
5	*Juncus effesus*	+	—	—	—	Roślina autotroficzna
6	*Luzula campestris* Ø	+	—	—		Roślina autotroficzna
	Cyperaceae					
7	*Carex echinata*	+	—	—		Roślina autotroficzna
8	*Carex gracilis*	+	—	—	—	Roślina autotroficzna
9	*Carex panicea*	+	—	—	—	Roślina autotroficzna
10	*Carex riparia*	+	—	—	—	Roślina autotroficzna
11	*Carex vulpina* Ø	+	—	—	—	Roślina autotroficzna
	Gramineae					
12	*Agrostis alba*	+	—	—	—	Roślina autotroficzna
13	*Alopecurus pratensis* *	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego. Jądra komórkowe warstwy trawiennej silnie powiększone
14	*Anthoxantum adoratum*	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego

L. p.	Gatunek	włośniki	Rodzaj współżycia			Uwagi
			myk. end.	myk. ekt.	inny rodz. współż.	
15	*Avena elatior*	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego
16	*Brisa media*	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego. Dobrze wyróżnialna warstwa garbnikowa ze zdrowymi strzępkami
17	*Bromus mollis*	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego
18	*Festuca pratensis*	+	—	—	—	Roślina autotroficzna
19	*Holcus lanatus**	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego
20	*Dactylis glomerata*	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego
21	*Phalaris arundinacea*	+	—	—	—	Roślina autotroficzna
22	*Poa palustris*	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego
23	*Poa pratensis*	+	—	—	—	Roślina autotroficzna
	Betulaceae					
24	*Alnus glutinosa*	—	—	—	actinomyces	Bardzo dobrze wykształcone są bulwki korzeniowe
	Salicaceae					
25	*Salix aurita***	—	—	—	—	Roślina autotroficzna
26	*Salix fragilis*	+	—	+	—	Mykorhiza typu halmofagicznego. Na powierzchni korzeni znajduje się mufka grzybowa utworzona z brunatnych niepodzielonych strzępek
	Utricaceae					
27	*Utrica dioica* Ø	—	—	—	—	Roślina autotroficzna
	Polygonaceae					
284	*Polygonum aviculare* *	—	—	—	—	Roślina autotroficzna
29	*Polygonum amphibium*	—	—	—	—	Roślina autotroficzna

L. p.	Gatunek	włośniki	Rodzaj współżycia: myk. end.	myk. ekt.	inny rodz. współż.	Uwagi
30	*Rumex acetosa*	—	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego
31	*Rumex crispus*	+	—	—	—	Roślina autotroficzna
	Caryophyllaceae					
32	*Cerastium arvense*	+	—	—	—	Roślina autotroficzna
33	*Cerastium caespitosum*	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego
34	*Dianthus carthusianorum*	+	—	—	—	Roślina autotroficzna
35	*Lychnis flos cuculi*	+	—	—	—	Roślina autotroficzna
	Ranunculaceae					
36	*Anemone * ranunculoides*	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego. Warstwy garbnikowa i trawienna dobrze wyróżnialne. Korzeni zainfekowanych b. dużo.
37	*Caltha * palustris*	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego
38	*Ranunculus acer **	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego daje obraz daleko posuniętego trawienia strzępek
39	*Ranunculus ficaria **	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego w stadium daleko posuniętego trawienia strzępek
40	*Ranunculus repens*	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego w stadium daleko posuniętego trawienia strzępek
	Cruciferae					
41	*Thlaspi arvense*	+	—	—	—	Roślina autotroficzna
	Leguminosae					
42	*Lathyrus pratensis*	—	—	—	Bact. radicicola	Bulwki korzeniowe dobrze wykształcone

L. p.	Gatunek	włoś-niki	Rodzaj współżycia			Uwagi
			myk. end.	myk. ekt.	inny rodz. współż.	
43	*Lotus cornitulatus* *	+	—	—	Bact. radicicela	Bardzo dobrze wykształcone bulwki korzeniowe. Mykorhiza typu tolypofagicznego. Warstwa garbnikowa i trawienna dobrze wyróżnialne
44	*Medicago lupulina*	+	+	—	,,	Mykorhiza typu tolypofagicznego. W warstwie garbnikowej wyróżnia się zdrowe strzępki barwy jasnooliwkowej, nie podzielone.
45	*Trifolium hybridum* *	+			,,	Bulwki korzeniowe bardzo dobrze wykształcone
46	*Trifolium pratense* *	—	—	—	,,	Bulwki korzeniowe bardzo drobne i nieliczne
47	*Vicia cracca*	—		—	,,	Bulwki korzeniowe dobrze wykształcone. Mykorhiza typu tolypofagicznego w stadium daleko posuniętego trawienia strzępek
	Rosaceae					
48	*Filipendula ulmaria*	—	+		—	Mykorhiza typu tolypofagicznego w stadium daleko posuniętego trawienia strzępek
49	*Fragaria vesca* *	—	+	—		Mykorhiza typu tolypofagicznego w stadium daleko posuniętego trawienia strzępek
50	*Geum rivale*	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego w stadium daleko posuniętego trawienia strzępek. Korzonki zainfekowane są bardzo nieliczne.
51	*Potentilla anserina*	—		—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego w stadium daleko posuniętego trawienia strzępek
52	*Sanguisorba officinalis* *	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego w stadium daleko posuniętego trawienia strzępek. Korzonki zainfekowane są nieliczne.

L. p.	Gatunek	włośniki	Rodzaj współżycia			Uwagi
			myk. end.	myk. ekt.	inny rodz. współż.	
	Lythraceae					
53	*Lythrum salicaria*	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego. W warstwie garbnikowej wyróżnia się drobne strzępki, barwy zielonkawo-żółtej, przeźroczyste, niepodzielone.
	Oenotheraceae					
54	*Epilobium palustre*	—	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego w stadium daleko kosuniętego trawienia strzępek
	Umbelliferae					
55	*Archangelica officinalis*	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego. W warstwie garbnikowej wyróżnia się zdrowe strzępki.
56	*Daucus carota* *	—	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego. Warstwy: garbnikowa i trawienna dobrze wyróżnialne.
57	*Pastinaca sativa* *	—	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego w stadium daleko posuniętego trawienia. Korzonków zainfekowanych jest mało.
58	*Silaus pratensis*	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego. W warstwie garbnikowej wyróżnia się zdrowe strzępki, barwy jasnooliwkowej, niepodzielone.
	Plumbaginaceae					
59	*Armeria vulgaris*	+	—	—	—	Roślina autotroficzna
	Primulaceae					
60	*Lysimachia nummularia*	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego
	Scrophulariaceae					
61	*Alectorolophus maior*	+	—	—	Rośliny zielone	Roślina autotroficzna

L. p.	Gatunek	włoś-niki	Rodzaj współżycia myk. end.	myk. ekt.	iany rodz. współż.	Uwagi
62	*Scrophularia nodosa*	—	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego
63	*Veronica chamaedrys* *	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego
	Labiatae					
64	*Ajuga reptans* *	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego
65	*Brunella vulgaris* *	—	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego w stadium daleko posuniętego trawienia strzępek
66	*Glechoma hederacea*	+	—	—	—	Roślina autotroficzna
67	*Mentha aquatica* *	—	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego w stadium daleko posuniętego trawienia strzępek
68	*Mentha pulegium*	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego
	Boraginaceae					
69	*Lithospermum arvense* Ø	+	—	—	—	Roślina autotroficzna
70	*Symphytum officinale* *	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego
71	*Myosotis caespitosa*	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego
72	*Myosotis palustre* *	—	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego
73	*Plantago lanceolata* *	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego. W warstwie garbnikowej wyróżnia się zdrowe, strzępki, bezbarwne, przezroczyste, niepodzielone
	Rubiaceae					
74	*Galium boreale*	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego. Warstwy garbnikowa i trawienna dobrze wyróżnialne

L. p.	Gatunek	włośniki	Rodzaj współżycia myk. end.	myk. ekt.	inny rodz. wspóİż.	Uwagi
75	*Galium mollugo*			—	—	Roślina autotroficzna
76	*Galium palustre*	—	—	—		Roślina autotroficzna
	Dipsacaceae					
77	*Succisa pratensis*			—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego
	Campanulaceae					
78	*Campanula patula* *					Mykorhiza typu tolypofagicznego. Korzenie zainfekowane są bardzo nieliczne
	Compositae					
79	*Achillea millefolium* *			—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego. Korzenie zainfekowane są bardzo nieliczne
80	*Artemisia vulgaris* *				—	Mykorhiza typu tolypofagicznego. Korzenie zainfekowane są bardzo nieliczne
81	*Bellis perennis* *	—		—		Mykorhiza typu tolypofagicznego. Korzenie zainfekowane są bardzo nieliczne
82	*Bidens tripartitus*			—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego.
83	*Centaurea cyanus*			—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego. Korzonków zainfekowanych jest bardzo mało
84	*Centaurea jacea*				—	Mykorhiza typu tolypofagicznego. Korzonków zainfekowanych jest bardzo mało
85	*Chrysanthemum laucanthemum* *					Mykorhiza typu tolypofagicznego
86	*Cirsium arvense*					Mykorhiza typu tolypofagicznego
87	*Cirsium canum*				—	Mykorhiza typu tolypofagicznego
88	*Cirsium oleraceum* *	—				Mykorhiza typu tolypofagicznego w stadium daleko posuniętego trawienia strzępek

L. p.	Gatunek	włoś-niki	Rodzaj współżycia			Uwagi
			myk. end.	myk. ekt.	inny rodz. współż.	
89	*Cirsium palustre*	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego w stadium daleko posuniętego trawienia strzępek
90	*Crepis paludosa*	—	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego
91	*Crepis virens*	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego w stadium daleko posuniętego trawienia strzępek
92	*Leontodon hispidus*	—	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego w stadium daleko posuniętego trawienia strzępek
93	*Senecio vulgaris* Ø	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego
94	*Taraxacum officinale* *	+	+	—	—	Mykorhiza typu tolypofagicznego w stadium daleko posuniętego trawienia strzępek

* wg Jaczewskiego posiada mykorhizę endotroficzną.

** wg Jaczewskiego posiada mykorhizę ektotroficzną

Ø wg Jaczewskiego roślina autotroficzna

+ wynik pozytywny.

— wynik negatywny.

Wnioski.

1. Z powyższego zestawienia wynika, że 68% badanego zespołu stanowią rośliny mykotroficzne.

2. Wszystkie rośliny mykotroficzne zielne wytwarzają mykorhizę endotroficzną typu tolypofagicznego.

3. Duży procent roślin błotnych, których korzenie przez część okresu wegetacyjnego znajdują się w wodzie, okazał się mykotroficzny (roślinność rowu melioracyjnego), a więc potwierdza się wniosek, że środowisko wodne nie wyklucza mykotrofizmu (Asai 1934).

4. Wszystkie *Cyperaceae* oraz *Juncaceae*, zgodnie z wynikami Stahl'a, są roślinami autotroficznymi, czego jednak nie można brać za regułę ponieważ u gatunku *Juncus effusus*, z wydm nad Łebą, Nespiak znalazł mykorhizę endotroficzną.

5. Trawy łąkowe, z nielicznymi tylko wyjątkami, jak *Agrostis alba* i *Festuca pratensis* okazały się mykotroficznymi.

6. Wszystkie przebadane rośliny z rodziny *Ranunculaceae* (6 gatunków), *Rosaceae* (5 gatunków), *Umbelliferae* (4 gatunki) i *Compositae* (16 gatunków) są mykotroficzne.

7. Z pośród roślin motylkowych, na 6 zbadanych gatunków, 3 okazały się mykotroficzne. Poza tym wszystkie z nich miały dobrze wykształcone bulwki korzeniowe, co znaczy że mykotrofizm nie wyklucza bakteriotrofizmu, oba te zjawiska mogą zachodzić jednocześnie.

8. Przedstawiciele rodziny *Scrophulariaceae* jak: *Scrophularia nodosa* i *Veronica chamaedrys*, o których Jaczewski mówi że tworzą parasymbiozy, wytwarzają typową mykorhizę endotroficzną typu tolypofagicznego. *Alectorolophus maior* — pasożyt roślin zielonych okazał się autotroficznym.

9. Nieliczne, na badanym terenie, rośliny drzewiaste rosnące tam w formie krzewów jak *Salix fragilis* wykazują mykorhizę ektotroficzną, *Alnus glutinosa* wchodzi w symbiozę z actinomycesami, tworzącymi na korzeniach charakterystyczne bulwki. Wyjątek stanowi *Salix aurita,* która w opisanych warunkach pozostaje sterylna.

10. Porównując osiągnięte wyniki z tabelami zamieszczonymi przez Jaczewskiego w „Osnowy mikołogii" stwierdza się cały szereg sprzeczności dla takich roślin jak: *Salix aurita, Polygonum aviculare, Trifolium hybridum* i *Trifolium pratense,* które w przeze mnie opracowanym zespole okazały się sterylne, a przeciwnie *Senecio vulgaris,* podany jako roślina autotroficzna, w tym wypadku okazał się mykotroficznym, co wynika niewątpliwie z różnic środowiska.

11. Z powyższego zestawienia, oraz dotychczasowych osiągnięć, wynika że mykotrofizm lub bakteriotrofizm (za wyjątkiem mykotrofów obligatorycznych) nie jest zjawiskiem stałym, towarzyszącym niezmiennie pewnym gatunkom roślin, lecz jest uzależniony od warunków ekologicznych i biocenotycznych.

12. Skład mineralny gleby, do którego do niedawna przywiązywano dość dużą wagę, wydaje się, że odgrywa minimalną rolę odnośnie zjawiska mykotrofizmu. Wynika to z pracy Dominika, na temat mykotrofizmu roślinności wydm nad Łebą, gdzie w identycznych warunkach glebowych (pod względem składu mineralnego), poszczególne zespoły roślinne wykazują różny % roślin mykotroficznych. Łąka na Psim Polu, posiadająca podłoże znacznie bogatsze w składniki mineralne (takie jak N,P,K) wykazuje niewiele większy % roślin mykotroficznych.

13. Roślina zielona, w poszukiwaniu optimum życiowego, będąc uzależniona od warunków glebowych i fitosocjologicznych, wchodzi w symbiozę z grzybami lub bakteriami lub obydwoma naraz, choć to nie znaczy, że bez nich żyć nie może. Doświadczenia Barbieri (1936) wykazały, że lucerna hodowana na kompoście rozwija się dobrze, nie wytwarzając bulwek.

14. Odnośnie roślin łąkowych, tak traw jak i ziół, symbioza z grzybami ma duże znaczenie, ponieważ biorąc pod uwagę wypowiedź Wiliamsa, że za normalną formę składników pokarmowych w glebie uważać należy martwą substancję organiczną, powstałą z resztek roślinnych i zawartą w próchnicy, której składników popiołowych w postaci organicznej rośliny zielone, autotroficzne, wykorzystać nie mogą — jedynie tylko mogą ją spożytkować rośliny mykotroficzne dzięki działalności grzybów-symbiontów. Szczególnie w środowisku beztlenowym, które często występuje w rozmaitych fazach rozwojowych łąki, mogą żyć tylko rośliny mykotroficzne, gdyż proces beztlenowy nie może uruchomić elementów popiołowych substancji organicznej, co wykonują grzyby utrzymujące się przy życiu w tych warunkach tylko w symbiozie, ponieważ z korzeni symbionta czerpią niezbędny do wegetacji tlen.

15. Badania moje nie poparły przypuszczenia Wiliamsa, że roślinność darniowa łąk, a przede wszystkim trawy, tworzy mykorhizę ektotroficzną. Znajdowałem pośród tych roślin tylko mykorhizę endotroficzną. To co Wiliams brał za opilśń grzybową było prawdopodobnie nie czym innym, jak silnie wykształconymi włośnikami.

Z ZAKŁADU FITOPATOLOGII I OCHRONY ROŚLIN
UNIWERSYTETU I POLITECHNIKI WE WROCŁAWIU.

LITERATURA

1. A s a i T. Über das Vorkommen und die Bedeutung der Wurzelpilze in den Landflanzen. Mit. aus dem Lab. d. Fünften Höheren Schule zu Kumamoto 1934.
2. A w a j e w M. Trawopolny system rolnictwa. P.I.W.R. 1950.
3. B u r g e f f H. Problematik der Mykorhiza. Die Naturwissenschaften Jahrg. 31, 1943.
4. D e m o l o n A. i D u n e z A. Fatigues des luzerniéres, causes et remèdes. Imprimerie Alençonnaise 1936.
5. D o m i n i k T. Mykorhiza. P.I.W.R.L. 1951.
6. D o m i n i k T. Badania mykotrofizmu wydm nadmorskich i śródlądowych (maszynopis 1951).
7. J a c z e w s k i A. Osnowy mikołogii. Moskwa 1934.
8. M o t y k a J. O celach i metodach badań geobotanicznych. Annales U.M.C.S. Lublin 1947.
9. P r z e c ł a w s k a H. Znaczenie ziół łąkowych (maszynopis 1946).
10. R a l s k i E. Uprawa łąk i pastwisk, Kraków 1946.
11. S ł a w i ń s k i W. Podstawy fitosocjologii. Lublin, nakł. U.M.C.S. 1950.
12. S t a h l E. Der Sinn der Mykorhizenbildung. Jahrb. f. wiss. Bot. Leipzig 1900.
13. S z a f e r W., K u l c z y ń s k i S., P a w ł o w s k i B. Rośliny polskie. Ks. Atlas 1924.
14. T o m a s z e w s k i J. Gleby łąkowe. Puławy, nakł. P.I.N.G.W. 1947.
15. W i l i a m s W. Poczwowjedjenje. Izbrannyje soczynienia w II tomach, Moskwa 1949.
16. W i l i a m s W. Podstawy rolnictwa P.I.W.R. Warszawa 1950.

RÉSUMÉ

L'auteur présente les résultats des recherches sur le mycotrophisme de l'association des prairies situées dans le bas — fond à P s i e P o l e près de W r o c ł a w.

La prairie mentionnée si-dessus est située dans la vallée de la rivière Widawa sur une large plaine. Le sol de ce terrain est constitué par des alluvions. L'auteur présente les descriptions exactes des profils, des relations hydrologiques ainsi que les résultats de l'analyse chimique du contenu du sol en K, P et N.

On peut considérer cette prairie comme demi-naturelle dans une phase de régéneration très avancée. La composition de sa flore est présentée dans l'ordre phytosociologique.

Le matériel servant aux recherches sur les racines est préparé au moyen de la méthode de la paraffine.

Voici les résultats obtenus:

1. Les plantes mycotrophiques constituent 68% de l'association végétale.

2. Toutes les plantes mycotrophiques herbacées produisent la mycorrhise endotrophique du type tolypophage.

3. Un grand nombre de plantes des marais est mycotrophique, ce qui confirme la conclusion que le milieu aquatique n'exclue pas le mycotrophisme.

4. Toutes les *Cyperaceae* et *Juncaceae* sont des plantes autotrophiques.

5. Sauf quelques rares exceptions toutes les graminées sont mycotrophiques.

6. Toutes les plantes de la famille *Ranunculaceae* (6 espèces), *Rosaceae* (5 espèces), *Umbelliferae* (4 espèces) et *Compositae* (16 espèces) qu'on a examineés sont mycotrophiques.

7. Parmi les plantes de la famille des legumineuses sur 6 espèces examinées, 3 sont mycotrophiques. En plus les nodosités de leurs racines sont bien developpées ce qui prouve que le bactériotrophisme n'exclue pas le mycotrophisme.

8. Les réprésentants de la famille *Scrophulariaceae* dénotent une typique mycorrhize endotrophique.

9. Un petit nombre de plantes arborescentes telles que *Salix fragilis* montrent une mycorrhize éctotrophique, *Alnus glutinosa* vit en symbiose avec *Actinomycetes*.

10. Il résulte de ce tableau que le bactériotrophisme et le mycotrophisme ne sont pas des phénomènes fixes accompagnant toujours certaines éspèces de plantes, mais dépendent des conditions écologiques et biocénotiques.

11. La composition minérale du sol influe très peu sur le phénomène du mycotrophisme.

12. On a constaté que la plante verte cherchant les meilleurs conditions de la vie, entre en symbiose avec les bactéries ou les champignons ce qui ne signifie pas qu'elle ne peut pas vivre sans eux.

13. En ce qui concerne les plantes des prairies la symbiose avec les champignons a une grande importance parce que les plantes autotrophiques vertes ne peuvent pas profiter des éléments des cendres sous la forme de combinaisons organiques surtout dans le milieu anaérobe, qui apparait souvent dans les diverses phases du développement de la prairie. Dans de telles conditions, les plantes

vertes peuvent végéter grâce a la symbiose avec les champignons qui décomposent les substances organiques du sol et prennent l'oxygène indispensable à leur vie dans les tissus des racines des plantes supérieures.

14. Toutes ces recherches n'ont pas confirmé les suppositions de W i l i a m s disant que les plantes herbacées produisent les mycorrhises ectotrophiques — car on a découvert dans toutes ces plantes les mycorrhises endotrophiques.

Barwny śnieg w Tatrach

Coloured snows in the Tatra Mountains

WITOLD H. PARYSKI

(wpł. 1.VI.51)

Pierwsze wiadomości o barwnym śniegu pochodzą jeszcze ze starożytności (F r a n c é). W Alpach śnieg taki zdarza się dość często i to w różnych ich częściach (F r a n c é, H u b e r-P e s t a l o z z i 1926, F l a i g 1938), ale po raz pierwszy, w r. 1778, zaobserwował go w tych górach H. B. de S a u s s u r e, biorąc go zresztą za czerwony pył (S a u s s u r e 1779, H u b e r-P e s t a l o z z i 1926, H a y e k 1931, F l a i g 1938). Na dalekiej północy, w Skandynawii i okolicach arktycznych, a także w Antarktydzie, zjawisko to jest częstsze i występuje na większych powierzchniach. Czerwony śnieg występuje też na Uralu, w Pirenejach, Apeninach, Jurze, oraz w górach Ameryki Północnej i Południowej.

W Tatrach zaobserwowano barwny śnieg wcześniej niż w Alpach, bo jeszcze przed r. 1751, ale dotychczasowa ilość obserwacji z Tatr jest skąpa, gdyż w literaturze tatrzańskiej zanotowano zaledwie około dwudziestu wypadków znalezienia barwnego śniegu, najczęściej czerwonego, który jest też najczęstszym z barwnych śniegów gdziekolwiek na świecie. Poza tym, znacznie rzadziej, znaleziono w Tatrach śnieg zielony, żółtozielony, niebieski i czarny. Niewątpliwie obserwowano w Tatrach barwny śnieg znacznie częściej niż to podano w literaturze.

Zabarwienie barwnego śniegu powodują, jak wiadomo, glony należące do kryoplanktonu górskiego czy arktycznego. W Tatrach odkryto trzy całkiem nowe gatunki tych glonów: *Chlamydomonas flavovirens* Rostaf. (R o s t a f i ń s k i 1881), powodujący żółtozielone zabarwienie śniegu, *Ankistrodesmus Tatrae* Kol (K o l 1927, 1927a), barwiący śnieg na zielono, oraz *Carteria Györffyi* Kol (K o l 1949), również wywołujący zielone zabarwienie śniegu. Czerwone zabarwienie śniegu w Tatrach powoduje najczęściej

Haematococcus lacustris (Girod) Rostaf. = *Haematococcus nivalis* Flotow = *Chlamidococcus pluvialis* = *Protococcus nivalis* Agardh = *Sphaerella nivalis* Sommerfeld = *Chlamydomonas nivalis* Wille, a poza tym *Scotiella nivalis*.

W śniegach barwnych w Tatrach stwierdzono obecność równoczesną dwóch gatunków glonów, z których jeden, przeważający, nadawał śniegowi barwę, albo też dwa zabarwienia występowały koło siebie (Rostafiński 1881, Györffy 1927, 1927 b, 1927 c). Nadto A. Scherffel podaje, że *Chlamydomonas flavovirens* może — oprócz zabarwienia żółtozielonego — powodować czerwonobrązowy kolor śniegu o ile występuje w dużych ilościach (Györffy 1927).

Györffy (1927, 1927 a) przypuszcza, że barwne śniegi mogą występować w jednym i tym samym miejscu w kolejności czasowej: czerwony, zielony, czarny. W płacie śniegu ze smugami zielonymi (w których odkryto *Ankistrodesmus Tatrae)* znalazł on też równocześnie smugi czarne, częściowo pokrywające smugi zielone. Podaje on, że barwa czarna pochodzi od wielkiej liczby mikroorganizmów, ale nie wymienia jakich (1927, 1927 a, 1927 b, 1927 c). W tymże płacie śniegu z zielonymi i czarnymi smugami znalazł on (1927 b, 1927 c) żyjące okazy glonu powodującego czerwone zabarwienie śniegu, które jednak w tym wypadku nie występowało.

O glonach powodujących zabarwienie śniegu i znanych z innych okolic ale w Tatrach dotąd nie stwierdzonych — nie wspominam. Znanych z różnych okolic świata jest ich kilkadziesiąt gatunków.

Z Alp podają (Francé, Huber-Pestalozzi 1926), że barwny śnieg jest zjawiskiem letnim, rzadko obserwowanym przed połową czerwca. Wyjątek stanowi występujący w zimie glon *Glenodinium Pascheri*, powodujący czerwone zabarwienie śniegu (Huber-Pestalozzi 1926). W Tatrach wszystkie ściśle datowane obserwacje czerwonego śniegu pochodzą z kwietnia, maja, lipca, sierpnia, września i października (z jedną nieco wątpliwą obserwacją z lutego); czarnego śniegu — z sierpnia i września; zielonego śniegu — z lipca, sierpnia i września; żółtozielonego śniegu — z końca lipca. Obserwacji jednak z Tatr jest w ogóle mało i tylko niektóre są ściśle datowane.

Zestawienie znalezisk barwnego śniegu w Tatrach do roku 1927 ogłosił już Györffy (1927, 1927 a, 1927 b, 1927 c), ale mylnie

podał stanowiska Rostafińskiego i w różnych swych pracach podaje nie te same daty, a niektóre stale mylnie. Poza tym stosuje on częściowo stare nazwy geograficzne (wzięte zresztą z oryginalnych doniesień), które mogą wprowadzać w błąd, gdyż nazwy te oznaczają dziś co innego. Nadto listę Györffy'ego można dziś uzupełnić dalszymi obserwacjami, częściowo dotąd nie ogłoszonymi, a częściowo znajdującymi się w trudno dostępnej literaturze węgierskiej. Z tych wszystkich względów wskazany jest poprawiony i uzupełniony przegląd dotychczasowych znalezisk barwnego śniegu w Tatrach z możliwie kompletnym podaniem odnośnej literatury.

Pierwsza obserwacja barwnego śniegu (czerwonego) w Tatrach pochodzi od Jakuba Buchholza (1783, 1903), który w opisie Tatr pochodzącym z r. 1752 wspomina, że w jakimś żlebie w Dolinie Mięguszowieckiej (zdaje się w Szatanim Żlebie) śnieg jest często krwisto-czerwony. Tłumaczy to spłukiwaniem przez deszcz skał, które zawierają cynober. Z pism Buchholza (1783, 1787) wynika, że obserwacji czerwonego śniegu musiał dokonać przed r. 1751 i to niejednokrotnie.

Drugim obserwatorem był A. J. Czirbesz (1772, 1773, 1901, 1901 a), który opisuje niebieskie i czerwone plamy na śniegu przy Zmarzłym Stawie pod Polskim Grzebieniem (z r. 1772 lub wcześniej), oraz zielone plamy na śniegu przy Zielonym Stawie Ważeckim (z r. 1772).

W dziele G. v. Windischa (1780) mamy też wzmiankę o niebieskich i czerwonych plamach na śniegu przy Zmarzłym Stawie pod Polskim Grzebieniem, ale wiadomość ta nie opiera się na żadnej nowej obserwacji, będąc prawie dosłownym przedrukiem z pracy Czirbesza.

Po tym następuje przeszło stuletnia przerwa w obserwacjach barwnego śniegu w Tatrach. Dopiero Tytus Chałubiński (1879, 1879 a, 1921) opisuje czerwony śnieg, oglądany dwukrotnie w tym samym miejscu w górnej części Doliny Złomisk, powyżej Zmarzłego Stawu w drodze na Wschodnie Żelazne Wrota. Było to 11 sierpnia 1876 r. oraz w r. 1877. Chałubiński znał prawdziwą przyczynę zabarwienia „krwawego śniegu“ i zebrał próbki do zbadania dla prof. Józefa Rostafińskiego.

Następnym obserwatorem i zarazem pierwszym naukowym badaczem barwnych śniegów w Tatrach był Józef Rostafiński (1881, 1927). Robiąc swoje zestawienie Györffy opierał się co do stanowisk Rostafińskiego jedynie na wcześniejszym doniesieniu tego

ostatniego (R o s t a f i ń s k i 1881). W doniesieniu tym Rostafiński nie podaje położenia swych tatrzańskich stanowisk barwnego śniegu, lecz nadmienia jedynie, że poszukiwania swoje (uwieńczone skutkiem) prowadził korzystając ze wskazówek Chałubińskiego. Z tej ogólnikowej wzmianki Györffy wyciągnął wniosek, że Rostafiński odnalazł w r. 1880 barwny śnieg w tym samym miejscu, co Chałubiński w latach 1876 i 1877, tj. w Dolinie Złomisk (u Chałubińskiego: Pusta dolina, a u Györffy'ego: Puszta dolina). Tymczasem wcale tak nie było.

Otóż Rostafiński poszukiwań swoich w ogóle nie prowadził w Dolinie Złomisk, lecz w okolicy Morskiego Oka (R o s t a f i ń s k i 1927). Pierwsze stanowisko barwnego śniegu Rostafiński znalazł wysoko za Mnichem, gdzieś na stokach Cubryny; był to śnieg czerwony. Następnie pod Rysami odnalazł on śnieg żółtozielony, zabarwiony nieznanym dotąd glonem, który nazwał *Chlamydomonas flavovirens*.

Podana w zestawieniu Györffy'ego wysokość stanowiska Rostafińskiego jest też błędna, gdyż odnosi się do stanowiska Chałubińskiego w Dolinie Złomisk. Wysokość stanowisk Rostafińskiego nie jest bliżej znana.

Następnie, w r. 1904, Robert R o t h znalazł czarny śnieg na Goryczkowej Przełęczy nad Zakosy i przy Pięciu Stawach Spiskich (S c h e r f f e l 1904). Również czarny śnieg znalazł István Györffy w r. 1909 w Dolinie Kiezmarskiej przy wodospadzie potoku płynącego z Doliny Dzikiej (S c h e r f f e l 1910).

Chlamydomonas flavovirens, glon powodujący żółtozielone lub czerwonobrązowe zabarwienie śniegu, został też zebrany 16 października 1910 r. na Rysach przez G y ö r f f y'e g o (1927, 1927 a), ale — zdaje się — nie ze śniegu, bo o tym autor nie wspomina.

Znany taternik spiski Alfred G r ó s z widywał czerwony śnieg kilkakrotnie w Tatrach przed r. 1915, m.in. w Dolinie Wielickiej pod Polskim Grzebieniem. W tym ostatnim wypadku całe pole śnieżne było zabarwione na czerwono, przy czym natężenie zabarwienia było różne w rozmaitych punktach (G y ö r f f y 1927, 1927 a). Tenże sam G r ó s z (1918) widział czerwony śnieg na powierzchni wielu metrów kwadratowych na polach śnieżnych pod Widłami, między Łomnicą a Kiezmarskim Szczytem, 20 sierpnia 1911 r. Pobrana do zbadania próbka uległa przypadkowemu zniszczeniu.

Około r. 1921 (zdaje się, że pod koniec maja) widział czerwony śnieg Stefan Z w o l i ń s k i w Dolinie Jaworowej pod Lodową Przełęczą. Była to jedna smugowata plama, około 6—7 m długości, barwy różowej.

Następnymi obserwatorami czerwonego śniegu byli znani taternicy i badacze Tatr, bracia Sokołowscy (G y ö r f f y 1927, 1927 a — oraz prywatne listy Adama i Stanisława Sokołowskich do W. H. Paryskiego). Stanisław S o k o ł o w s k i jun. (w towarzystwie A. Gadomskiego i B. Halickiego) widział czerwony śnieg w lipcu 1923 r. w Dolinie Czeskiej powyżej Zmarzłego Stawu, w postaci bladoczerwonych plam, nie pokrywających całkowicie większej powierzchni śniegu. Marian S o k o ł o w s k i widział czerwony śnieg tamże w lipcu 1924 r. w postaci dużych płatów. Natomiast Adam S o k o ł o w s k i zaobserwował 10 sierpnia 1923 r. dużą plamę czerwoną na śniegu na pn. zboczach Rysów, przy ścieżce poniżej „grzędy". Część płata śnieżnego wykazywała wyraźnie różowe zabarwienie i przechodziła stopniowo bez ostrych granic w resztę płata o zwyczajnym zabarwieniu.

Dnia 30 sierpnia 1926 r. István G y ö r f f y (1927, 1927 a) odkrył w Tatrach — po raz pierwszy od czasów Czirbesza — śnieg zielony w Dolinie Kępy w Tatrach Bielskich, jedyny raz do tego czasu na podłożu wapiennym. Györffy jest też jedynym do ostatnich lat obserwatorem barwnego śniegu, który zjawisko to zbadał dokładnie i wszechstronnie. Szczegółów nie przytaczam, gdyż są one dostępne w polskim wydawnictwie (G y ö r f f y 1927).

W r. 1927 (16 lipca) István G y ö r f f y (1928) znowu znalazł zielony śnieg w Dolinie Kępy. Były to zielone smugi o mniejszym natężeniu niż w r. 1926.

Na stanowisku Chałubińskiego w Dolinie Złomisk usiłował odnaleźć czerwony śnieg znany taternik inż. Janusz C h m i e l o w s k i 17-krotnie w latach 1895—1925, ale bezskutecznie (G y ö r f f y 1927, 1927 a, 1928). Jednakże w r. 1927 (9 sierpnia) — po 50-letniej przerwie — István G y ö r f f y, Erzsébet K o l i towarzysze odkryli czerwony śnieg nieco powyżej stanowiska Chałubińskiego na bardzo stromym polu firnowym pod południową ścianą Wschodniego Szczytu Żelaznych Wrót. Były to malinowo-czerwone plamy (największa parometrowa) o różnym natężeniu zabarwienia. Najładniejszy kolor występował 2—3 cm pod powierzchnią śniegu. Wzięto próbkę do zbadania, ale wyniki nie są znane (G y ö r f f y 1928).

W r. 1929 lub 1930 (w drugiej połowie czerwca) czerwony śnieg znaleźli pod Polskim Grzebieniem nad Zmarzłym Stawem inż. Bolesław C h w a ś c i ń s k i i botanik dr Karol W a l l i s c h. Było dużo plam rdzawo-czerwonej barwy, największa dochodząca do metra kwadratowego. Dr Wallisch wziął wówczas do zbadania próbkę, której dalsze losy nie są znane.

OBSERWACJE BARWNEGO

Data	Obserwator	Stanowisko	Podłoże	Wysokość n. p. m.
przed 1751	Jakub Buchholz	Dolina Mięguszowiecka (Szatani Żleb?)	granit	ok. 2000 m?
1772 lub wcześniej	A. J. Czirbesz	Zmarzły Staw pod Polskim Grzebieniem	granit	2047 m
4.VIII. 1772	A. J. Czirbesz	Zielony Staw Ważecki	granit	2026 m
11.VIII 1876	Tytus Chałubiński	Dolina Złomisk powyżej Zmarzłego Stawu	granit	2100—2200 m.
1877	,, ,,	,, ,, ,,	,,	,,
koniec lipca 1880	Józef Rostafiński	pn. stoki Cubryny	granit	
,,	,, ,,	pn. zbocza Rysów	granit	
1904	Róbert Roth	Goryczkowa Przełęcz nad Zakosy	granit	
,,	,, ,,	Dolina Pięciu Stawów Spiskich	granit	ok. 2050 m?
17.VIII 1909	Istvan Györffy	Dolina Dzika przy wodospadzie	granit	1700 m
20.VIII 1911	Alfred Grósz	pod Widłami	granit	
przed 1915	,, ,,	Dolina Wielicka pod Polskim Grzebieniem	granit	ok. 2100 m?
V.(?) ok. 1921	Stefan Zwoliński	Dolina Jaworowa pod Lodową Przełęczą	granit	ok. 2150 m?

ŚNIEGU W TATRACH

Ekspozycja	Barwa śniegu	Stwierdzone glony (przez kogo)	Literatura lub inne źródło wiadomości
E?	czerwony		Buchholz 1783, 1903
N?	niebieski i czerwony		Czirbesz 1772, 1901
S?	zielony		Czirbesz 1773, 1901 a
S?	czerwony	*Chlamydomonas nivalis* (?) (J. Rostafiński)	Chałubiński 1879, 1879 a, 1921 Györffy 1927, 1927 a
„	„	„ „ „	Chałubiński 1879, 1879 a, 1921 Györffy 1927, 1927 a
N?	czerwony	*Chlamydomonas nivalis* (J. Rostafiński)	Rostafiński 1881, 1927 Gutwiński 1909
N?	żółto-zielony	*Chlamydomonas flavovirens* Rostaf. (J. Rostafiński)	Rostafiński 1881, 1927 Gutwiński 1909
N?	czarny		Scherffel 1904
S?	czarny		Scherffel 1904
NE?	czarny		Scherffel 1910
	czerwony		Grósz 1918
S?	czerwony		Györffy 1927, 1927 a
W	czerwony		wiadomość ustna i pisemna udzielona W. H. Paryskiemu

Data	Obserwator	Stanowisko	Podłoże	Wysokość n. p. m.
VII.1923	A. Gadomski, B. Halicki i Stanisław Sokołowski jun.	Dolina Czeska powyżej Zmarzłego Stawu	granit	ok. 1800 m
10.VIII 1923	Adam Sokołowski	pn. zbocza Rysów	granit	ok. 1700 m
VII.1924	Marian Sokołowski	Dolina Czeska powyżej Zmarzłego Stawu	granit	ok. 1800 m
30.VIII 1926 i 3.IX 1926	István Györffy	Dolina Kępy w Tatrach Bielskich	wapień	1340 m
16.VII. 1927	István Györrfy	Dolina Kępy w Tatrach Bielskich	wapień	1340 m
9.VIII. 1927	István Györffy, E. Kol. etc.	Dolina Złomisk powyżej Zmarzłego Stawu	granit	ok. 2200 m
15-30.IV 1929—30	Bolesław Chwaściński i Karol Wallisch	Powyżej Zmarzłego Stawu pod Polskim Grzebieniem	granit	ok. 2100 m
VII.1938	E. Kol	Strzystarski Żleb w Tatrach Bielskich	wapień	ok. 1700 m
20.VIII 1938	Witold H. Paryski	Dolina Pięciu Stawów pod Szpiglasową Przełęczą	granit	1960 m
II.1948	J. Lechowski	okolica Kop Królowych	wapień	ok. 1350 m
koniec kwietnia 1949	Aleksander Rokita i Stanisław Worwa	Dolina Piarżysta na pd. zboczach Cubryny	granit	ok. 1800 m
19.IX 1950	Jadwiga Siemińska	nad Morskim Okiem u stóp pn. ściany Mięguszowieckiego Szczytu	granit	ok. 1520 m

Ekspozycja	Barwa śniegu	Stwierdzone glony (przez kogo)	Literatura lub inne źródło wiadomości
N	czerwony		Györffy 1927, 1927 a, list S. Sokołowskiego do W. H. Paryskiego
N	czerwony		Györffy 1927, 1927 a, list A. Sokołowskiego do W. H. Paryskiego
N	czerwony		Györffy 1927, 1927 a
N?	zielony i czarny	*Ankistrodesmus Tatrae* (E. Kol) + glony powodujące czarne i czerwone zabarwienie śniegu	Györffy 1927, 1927 a, 1928 Kol 1927, 1927 a
N?	zielony		Györffy 1928
S?	czerwony		Györffy 1928
N	czerwony		wiadomość ustna i pisemna, udzielona przez B. Chwaścińskiego W. H. Paryskiemu
N?	zielony	*Carteria Györffyi* (E. Kol)	Kol 1949
N	czerwony	*Scotiella nivalis* i *Chlamydomonas nivalis* (Jadwiga Siemińska)	
N	czerwony		wiadomość ustna i pisemna, udzielona przez J. Siemińską W. H. Paryskiemu
S	czerwony		wiadomość ustna i pisemna, udzielona przez J. Siemińską W. H. Paryskiemu
N	czerwony	*Chlamydomonas nivalis* (Jadwiga Siemińska)	wiadomość ustna i pisemna, udzielona przez J. Siemińską W. H. Paryskiemu

Następnie zielony śnieg został znaleziony przez E. K o l w lipcu 1938 r. w Strzystarskim Żlebie w Tatrach Bielskich na wysokości ok. 1700 m. (K o l 1949).

Do uwzględnionych w zestawieniu Györffy'ego i wymienionych wyżej stanowisk barwnego śniegu w Tatrach mogę dorzucić także własne. Schodząc 20 sierpnia 1938 r. ze Szpiglasowej Przełęczy ścieżką do Doliny Pięciu Stawów Polskich, znalazłem czerwony śnieg na płatach śnieżnych leżących tuż na lewo (pd.) od ścieżki w okolicy punktu 1963 m (p. mapa 1:20.000 W.I.G.), popod północnymi stokami Liptowskich Murów. Płaty śnieżne były sporych rozmiarów, dość płaskie i leżały w małych kotlinkach. Na jednym płacie było kilka nieregularnych, czerwonych smug (plam) rozmaitych rozmiarów, największe o długości paru metrów. Barwa tych smug była krwistoczerwona, a zabarwienie sięgało przynajmniej na kilka cm w głąb śniegu. Śnieg był typowym letnim śniegiem tatrzańskim, dość twardym.

Próbkę tego czerwonego śniegu zabrałem w zakorkowanej buteleczce do Zakopanego i oddałem do Muzeum Tatrzańskiego, gdzie zachowała się przez wojnę, nawet nie pleśniejąc, mimo że nie dodałem żadnego środka konserwującego. Ostatnio (w r. 1951) próbkę tę, z dobrze widocznym czerwonym osadem na dnie wody zbadała J. Siemińska, wykrywając w niej masowo gatunek *Scotiella nivalis* (dotąd nieznany z Tatr w zakwitach) z towarzyszeniem *Chlamydomonas nivalis.*

W ostatnich latach czerwony śnieg został zaobserwowany w Tatrach jeszcze parokrotnie. Odpowiednie dane zawdzięczam pani J. Siemińskiej, ale nie omawiam ich bliżej, gdyż znajdują się one w równocześnie ukazującej się jej pracy.

Warto też wspomnieć, że ok. r. 1944, w zimie, Jerzy C z o s n o w s k i znalazł *Chlamydomonas nivalis* w kałużach, jakie utworzyły się z topniejącego śniegu na kamieniach w Foluszowym Potoku w Zakopanem na Bystrem (wysokość ok. 900 m.), ale czerwonego śniegu nie widział (wiadomość od J. Siemińskiej).

Wszystkie znane mi obserwacje barwnych śniegów w Tatrach są zestawione w załączonej tablicy, z podaniem źródła skąd zaczerpnąłem wiadomości. Zbyt mało jest tych obserwacji i przy wielu z nich brak ścisłych danych, trudno więc wysnuwać ogólniejsze wnioski. Poza tym, co już powiedziano na wstępie, można dodać, że barwne śniegi zaobserwowano dotychczas w Tatrach od wysokości 1340 m do ok. 2200 m. Znaleziono je najczęściej w Tatrach Wysokich, ale też w Bielskich i Zachodnich, przede wszystkim na podłożu granitowym (ściślej: skał krystalicznych), ale też i na wapiennym (skał osadowych).

Z tablicy rzuca się w oczy, że dotychczasowe obserwacje posiadały duże luki w zanotowanych danych, przede wszystkim tylko w nielicznych wypadkach stwierdzono jakie glony powodują zabarwienie śniegu. Jest to ważne oczywiście z naukowego punktu widzenia, a w pewnych wypadkach mikroskopowe badanie jest konieczne do stwierdzenia, czy zabarwienie w ogóle pochodzi od glonów. Np. czarne plamy i smugi na letnim śniegu tatrzańskim są bardzo częstym zjawiskiem, zwłaszcza u podnóża ścian skalnych i przy wielkich szczelinach brzeżnych; zabarwienie to pochodzi po prostu od szlamu i pyłu oraz pokruszonych porostów, a nie od glonów, ale ostateczne rozstrzygnięcie bez mikroskopowego badania może być niemożliwe, nawet dla wprawnego badacza.

Na zakończenie warto jeszcze wspomnieć o polskich obserwacjach czy badaniach w dziedzinie barwnych śniegów poza Tatrami. Badania nad glonami czerwonego śniegu z Alp prowadził Józef R o s t a f i ń s k i (1875), jako jeden z pionierów w tej dziedzinie. Władysław K o z i e b r o d z k i (1876), na podstawie własnych obserwacji czerwonego śniegu w Alpach, wyrażał słuszne zastrzeżenia wobec pewnych ówczesnych poglądów uczonych francuskich na temat pochodzenia tych śniegów. On też bodaj pierwszy w polskiej literaturze użył nazwy „krwawy śnieg", używanej potem przez Chałubińskiego.

Podana poniżej literatura obejmuje możliwie kompletną bibliografię barwnych śniegów w Tatrach, a poza tym tylko prace na które się powołuję. Sporo dalszej literatury o barwnych śniegach na całym świecie podaje H u b e r-P e s t a l o z z i (1926). Dalsze dane o czerwonym śniegu i w ogóle o kryoplanktonie — wraz z dodatkową literaturą — można znaleźć w pracach S c h i l l e r-W i e n a (1937), S t e i n b ö c k a (1931 i 1934) i Z s c h o k k e'g o (1928).

LITERATURA.

B u c h h o l z Jakob 1783 — Beschreibung des wundervollen Karpatischen Schnee-Gebirges... (Ungrisches Magazin, Pressburg *3:* 3—47).

B u c h h o l z Jakob 1787 — Reise auf die Karpatischen Gebirge, und in die angränzenden Gespanschaften. (Ungrisches Magazin, Pressburg *4:* 34—58).

B u c h h o l z Jakob 1903 — Beschreibung des wundervollen Karpathischen Schneegebirges... (Karpathen-Post, Késmárk *24:* Nr 27, 30, 31, 33, 37, 38, 39, 43, 44).

[C h a ł u b i ń s k i Tytus] 1879 — Sześć dni w Tatrach. (Pamiętnik Towarzystwa Tatrzańskiego, Kraków *4:* 46—78).

C h a ł u b i ń s k i Tytus 1879 a — Sześć dni w Tatrach. (Niwa, Warszawa *15:* 682 et seq.).

C h a ł u b i ń s k i Tytus 1921 — Sześć dni w Tatrach. Kraków.

Czirbesz A. J. 1772 — Kurzgefasste Beschreibung des Karpatischen Gebirges. (Kaiserlich Königlich allergnädigst privilegirte Anzeigen aus sämmtlichen kaiserl. königl. Erbländern, Wien *2:* 209 et seq.).

Czirbesz A. J. 1773 — Beschreibung einer karpathischen Bergreise, auf den so genannten Kriwan, samt den dabei gemachten Beobachtungen. (Kaiserlich Königlich allergnädigst privilegirte Anzeigen aus sämmtlichen kaiserl. königl. Erbländern, Wien *3:* 398 et seq).

Czirbesz A. J. 1901 — Kurzgefasste Beschreibung des Karpathischen Gebirges. Leutschau.

Czirbesz A. J. 1901 a — Beschreibung einer karpathischen Bergreise auf den sogenannten Krivan, sammt den dabei gemachten Beobachtungen. Leutschau.

Flaig Walther 1938 — Das Gletscherbuch. Leipzig 1938.

Francé R. H. [bez roku] — Die Alpen. Theod. Thomas Verlag in Leipzig. Stron 964.

Grósz Alfred 1918 — (Turisták Lapja, Budapest. 30: *99*).

Gutwiński R. 1909 — Flora Algarum montium Tatrensium. (Bulletin International de l'Académie des Sciences de Cracovie, Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles, No 4: 415—560.

Györffy István 1927 — Über den auf der nördlichen Seite der Belaër Kalkalpen in der „dolina Kępy" i. J. 1926 entdeckten grünen Schnee. (Acta Societatis Botanicorum Poloniae, Warszawa *4:* 154—165).

Györffy István 1927 a — A Magas-Tátra zöldszinü havàról. /Math. és Természettudományi Értesitö, Budapest 44: 1—33, 2 tabl.).

Györffy István 1927 b — Tátrai színes havakról. (Turistaság és Alpinizmus, Budapest 17: 8—9).

Györffy I. 1927 c — Über farbigen Schnee in der Hohen Tatra. (Turistik, Alpinismus, Wintersport. Kesmark *1:* 85—90).

Györffy István 1928 — Piros hómezö a magastátrai Omladékvölgyben. (Turistaság és Alpinizmus, Bupdapest 18: 13—14).

Hayek August 1931 — Die Alpenpflanzen. (Alpines Handbuch, Leipzig, *1:* 207—262).

Huber-Pestalozzi Gottfried 1926 — Die Flora von Schnee und Eis. (C. Schroeter: Das Pflanzenleben der Alpen. Zweite Auflage. Zürich 1926: 942—949).

Kol Elizabeth 1927 — Über ein neues Mitglied des Kryoplanktons der Hohen Tatra, *Ankistrodesmus Tatrae* Kol nova species. (Acta Societatis Botanicorum Poloniae, Warszawa *4:* 166—168, tabl.).

Kol Erzsébet 1927 a — A Tátrában okozója az *Ankistrodesmus Tatrae* Kol nevü parányi szervezet. (Math. és Természettudományi Értesítö, Budapest 44: 23—25, 2 tabl.).

Kol E. 1949 — Über den grünen Schnee der Karpathen. (Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie *10*).

Koziebrodzki Władysław 1876 — Pierwszy rocznik Klubu Alpejskiego Francuskiego. (Pamiętnik Towarzystwa Tatrzańskiego, Kraków *1*: 87—93).

M. K. — Barwny śnieg w przyrodzie. (Głos Literacko-Naukowy, dodatek do Głosu Narodu, Kraków, ok. r. 1933—1939).

Rostafiński Józef 1875 — Quelques mots sur *l'Haematococcus lacustris* et sur les bases d'une classification naturelle des algues Chlorosporées. (Mémoires de la Soc. Nation. d. Sciences nat. de Cherbourg *19:* 137—154).
Rostafiński [Józef] 1881 — O czerwonym i żółtym śniegu w Tatrach. (Rozprawy i Sprawozdania z posiedzeń Wydziału Mat.-Przyr. Akademii Umiejętności, Kraków *8:* VIII—XI, XIII—XIV).
Rostafiński Józef 1927 — O czerwonym i żółtym śniegu w Tatrach. (Wierchy, Kraków *5:* 10—11).
Saussure Horace-Bénédict de 1779 — Voyages dans les Alpes. Neuchâtel 1779—1796.
Scherffel Aladár 1904 — (Növ. Közlöny *3:* 199).
Scherffel Aladár 1910 — (Botan. Közlöny *9:* 117).
Schiller-Wien 1937 — Die Ursachen farbigen Schnees. (Nachrichten des Vereins zum Schutze der Alpenplazen, München, Nr. 2: 20—21).
Steinböck Otto 1931 — Die Tierwelt des Ewigschneegebietes. (Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins, Innsbruck *62:* 29—46).
Steinböck Otto 1934 — Die Tierwelt der Gletschergewässer. (Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins, Stuttgart *65:* 263—275).
Windisch Gottlieb v. 1780 — Geographie des Königreichs Ungarn. Pressburg.
Zschokke F. 1928 Schneetiere. (Die Alpen. Schweizer Alpenclub, 122—132).

SUMMARY

The author gives a review of all the observations of coloured snows in the Tatra Mountains as reported in literature beginning with the XVIII century, supplementing this review with his own and other recent observations of red snow hitherto unpublished.

The first observation of red snow was made in the Tatra Mountains before the year 1751, i.e., prior to Saussure's observation in the Alps. The colours observed in the Tatra Mountains were red (most frequent), green, yellow-green, blue, and black. Only in a few cases were the causal algae determined; they were *Haematococcus lacustris* (Girod) Rostaf. (= *Haematococcus nivalis* Flotow = *Chlamidococcus pluvialis* = *Protococcus nivalis* Agardh = *Sphaerella nivalis* Sommerfeld = *Chlamydomonas nivalis* Wille), *Scotiella nivalis,* and three new species: *Chlamydomonas flavovirens* Rostaf., discovered by J. Rostafiński in 1880; *Ankistrodesmus Tatrae* Kol, discovered by E. Kol in 1926; *Carteria Györffyi* Kol, discovered by E. Kol in 1938.

The distribution and altitudinal range of the snow-colouring algae in the Tatra Mountains are discussed, as well as some other aspects of the problem. A mention is also made of the participation of Poles in the study of the problem concerning red snow in the Alps.

Czerwony śnieg spod Szpiglasowej przełęczy w Tatrach.

Red snow below the Szpiglasowa pass in the High Tatra

J. SIEMIŃSKA

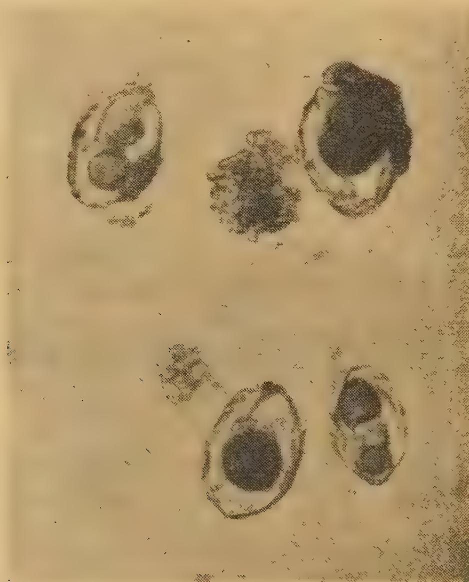
(wpł. 8.VI.51)

Na płacie starego śniegu pod Przełęczą Szpiglasową od strony Pięciu Stawów (na t.zw. „Szpiglasowych Perciach") zaobserwował czerwone plamy znany taternik Witold Paryski w dniu 20.VIII. 1938 roku. Plamy miały kształt smug, największa z nich dochodziła do długości kilku metrów. Stanowisko to eksponowane na południe leżało na wysokości 1960 m n.p.m. Próbka z zabarwionego śniegu została zebrana do sterylnej flaszki i przechowana bez konserwowania. Za ofiarowanie mi tego materiału do zbadania p. Paryskiemu bardzo na tym miejscu dziękuję.

W czarnym osadzie ze stopionego śniegu znalazłam dwa gatunki glonów naśnieżnych: *Scotiella nivalis* (Chodat) Fritsch i *Chlamydomonas nivalis* Wille. Błony komórek *Scotiella* wykształcone były typowo. Rozmiary komórek wynosiły: długość 26—29 μ, szerokość 12,9—17,2 μ, Wnętrze komórek było zniszczone; zachowały się tylko pomarańczowo zabarwione, na ogół duże kropelki tłuszczu (fot.) Komórki tego glonu obserwowano bardzo licznie. *Chlamydomonas* występował nielicznie, jedynie w stadiach kulistych z dobrze zachowanym krwisto-czerwonym barwikiem. Niektóre komórki były pokurczone i oblepione czarnymi cząstkami osadu, co utrudniało ilościowe określenie występowania tego gatunku.

Na podstawie powyższego oznaczenia można zatem przyjąć, że czerwony kolor śniegu pod Szpiglasową przełęczą spowodował masowy rozwój *Scotiella nivalis* z domieszką mniejszej ilości komórek *Chlamydomonas nivalis*.

Kryowegetacja typu *Scotiella nivalis* — *Chlamydomonas nivalis* barwiąca śnieg na kolor różowy podana była tylko z południowej części Karpat (E. Kol 1934, 1949) a to z Doliny Zenoga i z Pareng. Na terenie Tatr notowano dotąd kilkakrotnie czerwone zakwity jedynie typu *Chlamydomonas nivalis*. Ponadto w małych ilościach obserwowano gatunek *Scotiella nivalis* w Tatrach trzykrotnie: znalazł go A. Scherffel (1910) w próbce zebranej ze śniegu przy wodospadzie w Dolinie Dzikiej 17.VIII. 1909 na wysokości 1700 m, a następnie E. Kol (1928) na brudnym śniegu w tej samej dolinie koło wodospadu 23.VII.1927 na wysokości 1680 m. n.p.m. i na polach śnieżnych w Dolinie Złomnisk w dniu 9.VIII.1927 na wysokości 2180 m. n.p.m.



Scotiella nivalis (Chodat) Fritsch. Pow. 710 ×

Płat śniegu, na którym wystąpił opisywany zakwit glonów leży w otoczeniu skał granitowych; potwierdza to raz jeszcze słuszność obserwacji E. Kol (1934, 1949) o przywiązaniu tego zakwitu do śniegów silikotroficznych.

Pracę tę wykonano w ramach badań naśnieżnej flory Tatr, subwencjonowanych przez Zakład Ochrony Przyrody w Krakowie.

PRACOWNIA RYBACKA U.J. KRAKÓW.

LITERATURA

K o l E. — 1928. Über die Kryovegetation der Hohen-Tátra I. Folia Cryptogamica. Vol. I. Nr 6, 613—22. Szeged.

K o l. E. — 1934. Etude sur la biologie de la cryovégétation des champs de neige et des glaciers des Alpes Valaisiennes et du Massif du Mont Blanc. Bull. de la Soc. Bot. de Geneve. Vol. XXV.

K o l E. — 1934. Kryobiologische Studien I. Verh. der Intern. Verein. f. th. u. angew. Limnologie. Bd. VI. 275—282.

K o l. E. — 1949. Vergleich der Kryovegetation der Alpen und der Karpaten. Verh. d. Intern. Verein. f. th. u. angew. Limnologie. Bd. X. 243—246.

P a s c h e r A. — Die Süsswasserflora Deutschlands, Österreichs u. d. Schweiz. H. 4, 5.

S c h e r f f e l A. — 1910. *Raphidonema brevirostre,* nov. spec., egyuttal adalék a Magas-Tátra nivails flórájához. Botan. Közl. IX. 116—123.

S U M M A R Y

In the sample of the red snow collected the 20-th August, 1938 by W. Paryski below the Szpiglasowa pass at the side of Five Lakes (Pięć Stawów) on the height of 1960 m o.s.l. were found numerous *Scotiella nivalis* (C h o d a t) F r i t s c h and few *Chlamydomonas nivalis* W i l l e. The cell membranes of *Scotiella* were shaped typically. The cells were 26 —29μ long and 12,9 — 17,2 μ large. *Chlamydomonas* appeared only in motionless sphaerical stages.

The piece of the old snow, on which the bloom was observed is located in the environment of the granit rocks, in accordance with the statement by E. K o l about its appearence on the silicotrophic snows. It should be emphasised that coloured cryovegetation of the *Scotiella nivalis* — *Chlamydomonas nivalis* type has been noticed for the first time in the High Tatra.

Asterionella formosa H a s s a l var. acariodes L e m m

J. SIEMIŃSKA

(wpł. 13. VI. 51).

W plaktonie stawu „Jastrzębiec" gospodarstwa Przeręb Instytutu Zootechniki w zespole Zator zauważono w dniu 9 maja 1947 roku prócz typowych kolonii *Asterionella formosa* H a s s a l formę z łukowato wygiętymi komórkami opisaną przez E. L e m m e r m a n n'a (1904) jako var. *acaroides*.

Próbkę wspomnianego plaktonu zebrano po dłuższym okresie bezwietrznej, słonecznej pogody; temperatura wody mierzona o godzinie 14.30 wynosiła w tym dniu 23,2°C. Silny zakwit sinic *Aphanizomenon flos-aquae* i *Anabaena spiroides* spowodował znaczne zmętnienie wody w całym stawie. Przy brzegach i szuwarach gromadziły się rozkładające jasno-zielone kożuchy tych sinic; w obrębie kożuchów i pod nimi woda była mleczno biała. Poza sinicami w planktonie notowano z pośród glonów bardzo licznie *Dinobryon divergens*, pojedynczo *Trachelomonas volvocina*, *Tr. intermedia*, *Peridinium* sp., *Eudorina elegans*, *Pandorina morum*, *Volvox* sp., *Pediastrum Boryanum*, *Cosmarium* sp. Z pośród zwierząt bardzo licznie wystąpił gatunek *Triarthra longiseta* var. *limnetica*, licznie *Anuraea aculeata*, nielicznie *Conochilus* sp., *Polyarthra platyptera*, *Daphne pulex*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *nauplius*, pojedynczo *Tintinnopsis lacustris*, *Diurella* sp., *Euchlanis dilatata*, *Anuraea cochlearis*, *Sida crystallina*, *Cyclops* sp.

W licznie występujących koloniach *Asterionella formosa* zainteresowanie wzbudził kształt tworzących je komórek. Mniej więcej połowa obserwowanych kolonii zbudowana była z komórek normalnych, tj. prostych. Część z pośród pozostałych kolonii składała się wyłącznie z komórek mniej lub więcej łukowatych wygiętych. Kolonie te były identyczne z podanymi przez L e m m e r m a n n'a jako var. *acaroides*. Pomiędzy tymi oboma typami kolonii zauważono szereg kolonii pośrednich, składających się zarówno z komórek

prostych jak i łukowatych. W wypadkach skrajnych wygięta była tylko jedna komórka kolonii, podczas gdy pozostałe były proste, lub odwrotnie za wyjątkiem jednej wszystkie komórki były wygięte. W niektórych koloniach komórki były tak znacznie powyginane, że

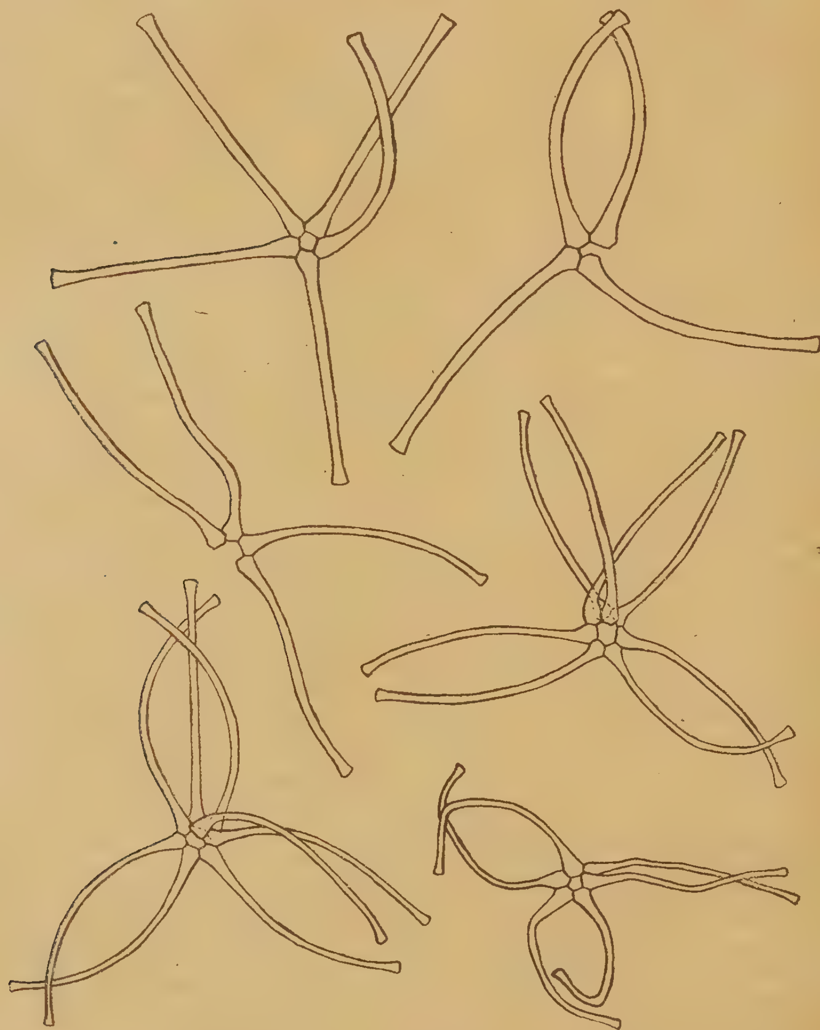


Fig. 1. Rozmaite formy wygięć w koloniach *Asterionella formosa*. 615× pow. Various forms of vaulting cells in the colonies of *Asterionella formosa*. magn. 615×.

czyniły wrażenie patologicznych. Przy trąceniu igiełką szkiełka nakrywkowego preparatu zawierającego kolonie *Asterionella*, komórki powyginane chwiały się wykazując znaczną elastyczność błony, a niekiedy w zetknięciu z innymi organizmami załamywały się, przy

czym jednak pancerzyk nie ulegał pęknięciu ani ukruszeniu; komórki proste natomiast pozostawały sztywne, przy poruszaniu nie wyginały się. Wskazywałoby to na słabsze skrzemienienie pancerzyka powyginanych komórek.

W koloniach o komórkach prostych wymiary komórek wynosiły: długość 53 — 61μ, szerokość mierzona w środku komórki 2,2 — 3μ, szrokość końca wewnętrznego 5,3 — 7μ, szerokość końca zewnętrznego 3,5 — 5,3μ. Komórki wygięte, w koloniach zawierających także komórki proste, miały podobne wymiary. W koloniach jednak utworzonych przez komórki łukowato wygięte lub nieregularnie powyginane, komórki były znacznie cieńsze, dochodząc do szerokości w środku komórki 1,3μ, na końcu wewnętrznym 3,5μ, na końcu zewnętrznym 1,7μ, Długość komórek mieści się w granicach określonych w diagnozie gatunku podanej przez Fr. Hustedt'a (1930), szerokość w środku komórki jest nieco większa (w diagnozie 1 — 2 μ).

E. Lemmermann wydzielił odmianę *acaroides* jedynie na podstawie łukowatego wygięcia komórek kolonii. Wymiary obserwowanych przez niego komórek wynosiły: długość 62 —84μ, szerokość w środku komórki 5,5μ, szerokość końca wewnętrznego 12 μ, szerokość końca zewnętrznego 8μ. I w tym wypadku szerokość komórek jest większa niż podano w diagnozie gatunku.

W literaturze spotyka się szereg danych odnośnie ujemnego działania zakwitów *Aphanizomenon flos-aquae* i innych sinic planktonowych na rozmaite organizmy. Sinice są bogate w proteiny i różne związki azotowe dające przy rozkładzie substancje szkodliwe dla organizmów żywych. Znane są wypadki choroby a nawet śmiertelnego zatrucia ptaków i bydła pijącego wodę skażoną zakwitem. Według G. W. Prescott'a (1948) masowe śnięcia ryb w okresie silnych zakwitów sinicowych są wynikiem raczej zatrucia substancjami toksycznymi, niż jak się powszechnie uważa, uduszenia z powodu braku tlenu zużywanego przez rozkładające się glony. Podane przez niego analizy chemiczne rozkładających się sinic wykazały obecność znacznych ilości hydroksylaminy (pochodzącej z rozkładu protein) i siarkowodoru działających trująco na ryby. H. Utermöhl (1935) a za nim H. Härdtl (1938) twierdzą, że zakwity sinic wpływają hamująco na rozwój innych glonów. Utermöhl zauważył, że w miarę tworzenia się zakwitu *Aphanizomenon* w planktonie zanikają inne glony. Przypuszcza, że sinice wydzielają jakąś substancję działającą szkodliwie na inne glony.

Biorąc pod uwagę powyższe fakty można przypuszczać, że i w tym wypadku rozkładające się sinice wywołały zakłócenie w chemizmie wody stawu, co spowodowało zaburzenia w przemianie materii i nienormalności w wykształceniu komórek *Asterionella*. Nasuwają się zatem wątpliwości, czy samo tylko powyginanie komórek tej okrzemki może mieć znaczenie systematyczne. Może ono bowiem być wynikiem zaburzeń w rozwoju tych glonów; zaburzenia te objawiałyby się m. i. słabszym skrzemienieniem błony komórkowej. Rzecz ta wymaga jednak dalszych obserwacji.

Pracownia Rybacka U. J. Kraków.

LITERATURA

Härdtl H., 1938. Beitrag zur Ökologie von *Aphaninzomenon*. Zeitschr. f. Fisch. 36. 443 — 461.

Hustedt Fr., 1930. Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora. Bd. VII. T. 2. Lief. 2.

Lemmermann E., 1904. Brandenburgische Algen. II. Das Phytoplankton des Müggelsees und einiger benachbarten Gewässer. Zeitschr. f. Fisch. 11. 73 — 123.

Prescott G. W., 1948. Objectionable Algae with reference to the killing of fisch and other animals. Hydrobiologia. Acta Hydrob. Limnol. et Protist. I. 1 —13.

Stephens E. L., 1948. *Microcystis Toxica* sp. nov a poisonous alga from the Transvaal and Orange Free State. Summary. Hydrobiologia. Acta Hydrob. Limnol. et Protist. I. 14.

Untermöhl H., 1935. Über der Einfluss der Superphosphatdüngung auf die Schwebpflanzen schlesischer Fischteichen. Zeitschr. f. Fisch. 33. 567 — 574.

SUMMARY

Amidst the plancton of the pond „Jastrzębiec" belonging to the cottage of Zator (Palatinate of Kraków) besides typical colonies of *Asterionella formosa* Hassal, has been noticed on the 9th of May, 1947, a form of arch-like cells described by E. Lemmermann (1904) as var. *acaroides*. Besides amidst the collected material there have been observed colonies simultaneously composed of straight and arch-like cells. In extreme cases it was found that only one cell of the colony vas vaulted while the remaining cells were straight or, in turn, all the cells were vaulted with the exception of one. In some colonies the cells happened to be arched to such an extent that they made the impression of pathologic ones. The arched cells showed a considerable elasticity of the membrane which may prove a rather weak

saturation of their shell with silex. During *Asterionella's* appearance in the pond there prevailed an intense bloom of *Aphanizomenon flos-aquae* and *Anabaena spiroides* partly passing away.

Grounding our opinion on several data of the litterature, especially on Utermöhl's (1935) observation on a restraining and prejudicious effect of the bloom of the blue-green algae on the development or other algae, one may presume that in this case, too, the products of decayed blue-green algae caused perturbations in the development process, as well as abnormities in the formations of the cells of *Asterionella*. Owing to the fact that Lemmermann discerned the existence of the variety *acaroides* only on the basis of arch-like vaulting of the colony's cells, we do not feel sure whether this property is of a systematic value. The vaulting of the cells may namely be the result o perturbations in the development of these algae.

Wpływ temperatury na ruch plazmy u Elodea densa Casp.

The influence of temperature on the protoplasmic streaming in Elodea densa Casp.

J. ZURZYCKI

(wpł. 15. VI. 51).

Wstęp.

Mimo licznych badań zagadnienie mechanizmu ruchu plazmy pozostaje ciągle niewyjaśnione. Podstawę do rozwiązania tego zagadnienia mogą dać tylko badania nad wpływem zmienionych warunków zewnętrznych na ruch plazmy. Z reakcji plazmy na określone bodźce zewnętrzne jak np. temperatura, roztwory różnych substancji chemicznych, pole elektryczne i magnetyczne itd. można dopiero wyciągnąć wnioski o mechanizmie ruchu, względnie o rodzaju procesów z którymi ruch ten jest ściśle związany.

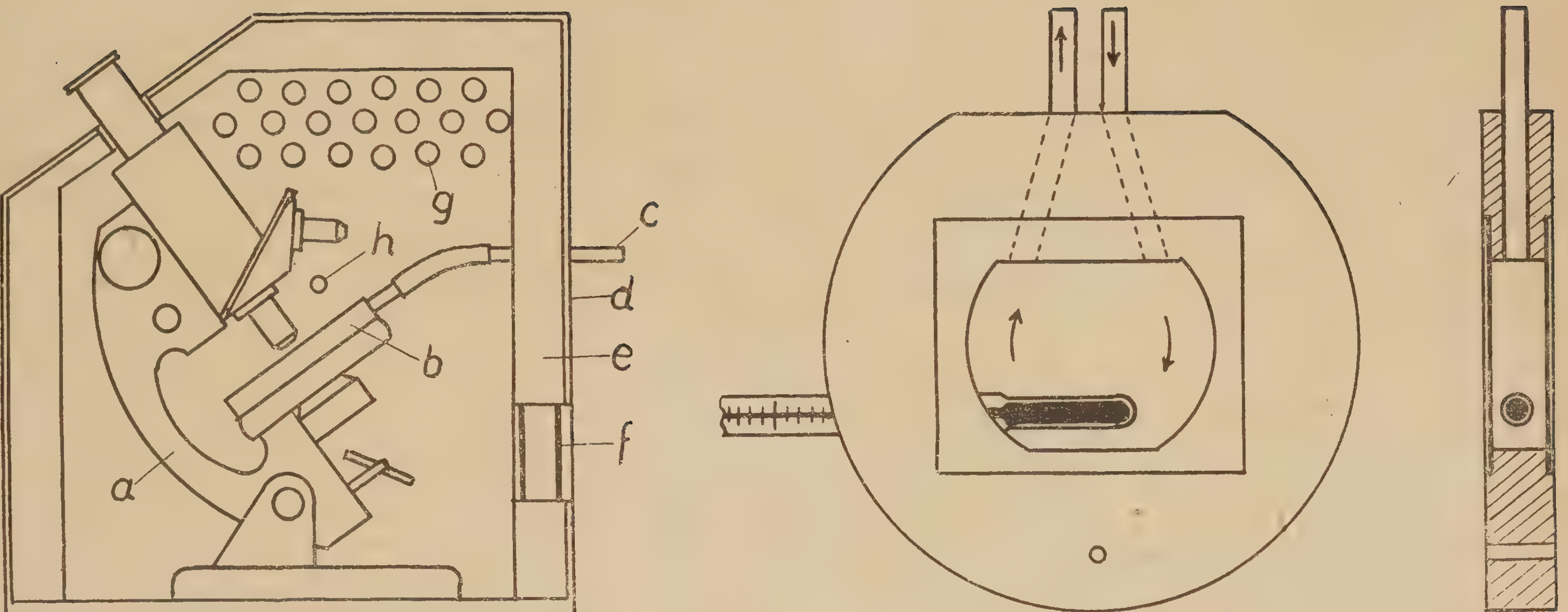
Szereg badaczy stwierdziło wybitną zależność ruchu plazmy od temperatury. Dane dotyczące charakteru tej zależności nie są jednak zgodne. Nowsze prace z tej dziedziny, przynoszące dokładne wyniki ilościowe, zostały ogłoszone przez Lambers (1925) oraz przez Bottelier (1934, 1935). Bottelier wykazał, że szybkość ruchu plazmy w koleoptile *Avena* rośnie wraz z temperaturą zgodnie z prawem van't Hoffa, natomiast szereg badaczy pracujących nad *Characeae* stwierdziło liniową zależność szybkości ruchu plazmy od temperatury (Lambers 1925, Romijn 1931, Umrath 1934). Ze względu na te rozbieżności konieczne są badania na innym jeszcze materiale.

Celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu temperatury na ruch plazmy u *Elodea densa* Casp. Odnośnie tego materiału istnieją tylko w starszej literaturze obserwacje głównie jakościowe. Wyniki ilościowe przytacza tylko Beikirch (1925); oparte są one jednak na pomiarach szybkości chloroplastów która u *Elodea* nie zawsze jest identyczna z szybkością ruchu plazmy. Dane te wymagają więc rewizji.

Metodyka.

Ruch plazmy obserwowano w komórkach dolnej strony dorosłego liścia. Za miarę szybkości ruchu plazmy uważano szybkość najmniejszych dobrze widocznych ziarnistości plazmy, które poruszają się z reguły szybciej niż chloroplasty. Do obserwacji używano obiekktywu imersyjnego 100x N. A. 1,25 i okularu 10x. W okularze znajdowały się dwie równoległe nici pajęcze, dające na obserwowanym obiekcie obraz dwu linii odległych o 10μ, Czas przejścia obserwowanej cząstki plazmy między tymi liniami mierzony był przy pomocy stopera. Jednorazowy pomiar był średnią z 20 (wyjątkowo mniejszej ilości) odczytów. Błąd średni obliczano zwykłą metodą rachunku prawdopodobieństwa.

Działanie określonej temperatury badano umieszczając obiekt na stoliku mikroskopu ogrzewanym z dokładnością do $\pm$ 0,2^0. Prócz tego cały mikroskop znajdował się w termostacie o tej samej temperaturze utrzymywanej z dokł. $\pm$ 1^0. Mikroskop umieszczony był w skrzynce o podwójnych ścianach, między którymi znajdowała się wata jako materiał izolacyjny. Tylko górny koniec tubusu z okularem wystawał na zewnątrz. Przedłużenie śruby mikrometrycznej pozwalało na manipulacje przy całkowicie zamkniętej skrzynce. Skrzynka ogrzewana była wężownicą z cienkościennej rurki szklannej umieszczoną w górnej części pudła (ryc. 1). Ogrzewanie względnie oziębianie skrzynki odbywało się przez przepuszczanie przez wężownicę wody o temperaturze 5 — 10^0 wyższej (przy ogrzewaniu) lub niższej (przy oziębianiu) od temperatury która miała być osiągnięta. Bańka termometru wskazującego temperaturę powietrza w skrzynce umieszczona była między obiektywami mikroskopu nad stolikiem. Światło do oświetlenia mikroskopu (żarówka matowa 60 W, 5 cm filtr z 2$^0/_0$ roztworu $CuSO_4$) przechodziło przez podwójną szybę w ścianie skrzynki. Stolik zrobiony był z płytki o grubości 10 mm, która przykręcana była do normalnego stolika mikroskopu. W środku płytki wycięto otwór i zamknięto go z obu stron dwoma szkiełkami nakrywkowymi dużego formatu. Do wnętrza uzyskanej w ten sposób komory, odpowiednio uszczelnionej prowadziły trzy otwory. Przez jeden z nich wchodził dokładny termometr którego bańka mieściła się całkowicie w przestrzeni komory, przez dwa pozostałe — rurki doprowadzające i odprowadzające wodę (ryc. 1). Prąd wody skierowany był tak aby opływał całą komorę i opłukiwał bańkę termometru. Woda do ogrzewania stolika umieszczona była w dobrze izolowanym termicznie naczyniu. Miała ona temperaturę około 0,5^0,



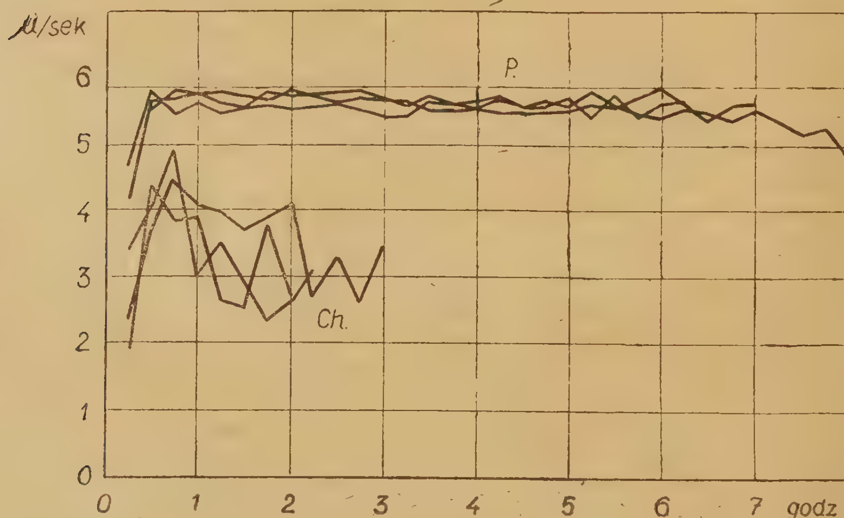
Ryc. 1. Schemat aparatury służącej do ogrzewania mikroskopu i ogrzewanego stolika mikroskopowego, a - mikroskop, b - ogrzewany stolik, c — rurka doprowadzająca wodę, d — ściana termostatu, e — izolacja, f — okienko, g — rurka ogrzewająca. h — termometr.

Ryc. 1. Scheme of apparatus used for warming the microscope and of the heated microscope table. a — microscope, b — microscope table, d — wall of thermostate. e — izolation, f — aperture. g — water heating tube, h — thermometer.

wyższą, przy ogrzewaniu względnie niższą przy oziębianiu od temperatury która miała być otrzymana. Przepływając wężem gumowym do skrzynki z mikroskopem oziębiała się (wzgl. ogrzewała) do żądanej temperatury. Regulując zaciskaczem szybkość przepływu można było otrzymać żądaną temperaturę i utrzymać ją na stałym poziomie z dokładnością ± 0,2°. Badany liść montowany był na ogrzewanym stoliku mikroskopu między dwoma szkiełkami nakrywkowymi.

Wyniki.

Przebieg ruchu plazmy przy stałych warunkach zewnętrznych. Ruch rotacyjny plazmy powstaje u *Elodea* pod działaniem pewnych bodźców jak zranienie, oświetlenie, działanie niektórych substancji chemicznych i po pewnym czasie po ustaniu działania bodźca może znów zaniknąć (Hauptfleisch 1892, Nothmann-Zuckerkandl 1915, Fitting 1925, Schweikert 1928). Z tego powodu należało stwierdzić czy i w jakim czasie szybkość ruchu plazmy jest o tyle stała aby jej zmiany można było uważać za wskaźnik działania czynników stosowanych w doświadczeniu.



Ryc. 2. Przebieg ruchu plazmy i ruchu choroplastów w stałych warunkach Odcięte — czas w min, rzędne — szybkości w μ/sek.

Ryc. 2. Developement of protoplasmic streaming and chloroplasts movements in constant enviromental conditions. Abscissae — time in minutes, ordinates — rapidity μ/sec.

Liść *Elodea* ucinano tuż przy łodydze i umieszczano w kropli wody między dwoma szkiełkami nakrywkowymi na ogrzewanym stoliku mikroskopowym w temperaturze 20^0 i w normalnym oświetleniu. Ucięcie i oświetlenie liścia było dostatecznym bodźcem aby po 10 do 20 minutach wywołać żywy ruch rotacyjny plazmy. Szybkość ruchu mierzono co 15 minut w ciągu 6 do 8 godzin. Wyniki kilku serii takich pomiarów przedstawia ryc. 2. W stałych warunkach szybkość ruchu plazmy jest przez dłuższy czas stała i ma zbliżoną wartość w prawie wszystkich komórkach w tej samej temperaturze i oświetleniu. W warunkach moich doświadczeń szybkość ta wynosiła 5,5 do 6 /sek. Ta stała szybkość zostaje osiągnięta w ciągu około 1/2 godziny od momentu ucięcia liścia i trwa conajmniej przez 5 godzin. W większości doświadczeń stały ruch utrzymywał się przez cały czas trwania doświadczenia tj. przez 7 do 8 godzin. Wyniki jednego z doświadczeń z uwzględnieniem średnich błędów pomiarów podane zostały w tablicy I. Szybkość ruchu rotacyjnego chloroplastów jest natomiast bardzo zmienna. Średnia szybkość chloroplastów jest znacznie mniejsza niż plazmy, jakkolwiek pojedyńcze chloroplasty mogą poruszać się z tą samą szybkością co plazma. Po 2 do 4 godzinach większość chloroplastów ulega zatrzymaniu na ścianach komórek i tylko nieliczne poruszają się jeszcze przez czas dłuższy.

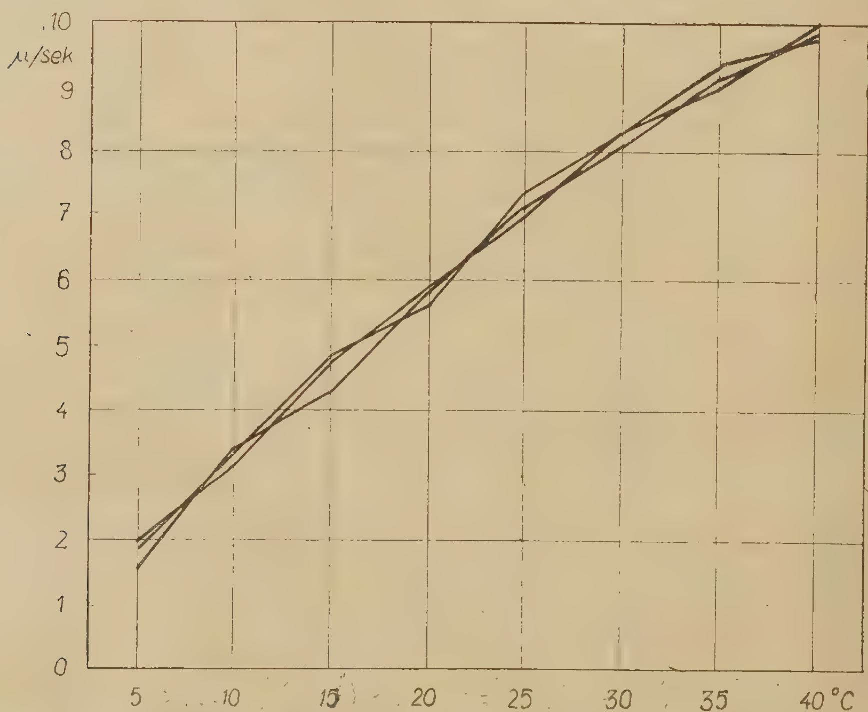
TABLICA I — TABLE I

Czas godzin Time hours	Szybkość ruchu plazmy μ/sek. Rapidity of protoplasma streaming μ/sec.	Szybkość chloroplastów μ/sek. Rapidity of chloroplast movement μ/sec.
1/4	4.20 ± 0.12	1.97 ± 0.26
1/2	5.67 ± 0.24	4.32 ± 0.30
3/4	5.71 ± 0.12	3.02 ± 0.41
1	5.76 ± 0.16	3.89 ± 0.39
1 1/4	5.69 ± 0.16	2.65 ± 0.24
1 1/2	5.57 ± 0.32	2.57 ± 0.37
1 3/4	5.80 ± 0.22	3.84 ± 0.48
2	5.75 ± 0.17	2.76 ± 0.40
2 1/4	5.79 ± 0.26	3.75 ± 0.37
2 1/2	5.54 ± 0.21	—
⋮	⋮	⋮
6 1/2	5.55 ± 0.32	—
6 3/4	5.76 ± 0.19	
7	5.60 ± 0.16	—

W doświadczeniach nad wpływem temperatury na ruch plazmy ograniczono się do czasu od 1 do 5 godzin licząc od momentu ucięcia liścia gdyż w tym okresie istnieje największe prawdopodobieństwo że zmiany szybkości, która w stałych warunkach ma wartość stałą zależeć będą tylko od zmian temperatury a nie od innych nieuchwytnych czynników.

W p ł y w t e m p e r a t u r y n a s z y k o ś ć r u c h u p l a z m y. Dane z literatury (V e l t e n 1876, H a u p t f l e i s c h 1892, B e i k i r c h 1925) wskazują że ruch plazmy u *Elodea* ustaje w krótkim czasie w temperaturze około 0^0 i 45^0. Dlatego zasięg temperatur w których odbywały się pomiary ograniczano początkowo do zakresu 5^0 — 40^0. Szybkość ruchu mierzona była w tym zakresie temperatur co 5 stopni. Przy zmianach temperatur unikano nagłych skoków. Ogrzewanie względnie oziębianie odbywało się w ciągu 3 do 5 minut.

Otrzymaną zależność szybkości ruchu od temperatury przedstawia ryc. 3. Z 4 powtórzeń obliczono średnie szybkości ruchu plaz-



Ryc. 3. Zależność szybkości ruchu plazmy (rzędne) od temperatury (odcięte).
Ryc. 3. Dependence of rapidity of protoplasmic streaming (ordinates) on temperature (absciasae).

my dla każdej temperatury oraz średnie współczynniki van't Hoffa (Tablica II). Współczynniki te znacznie zmieniają się wraz z temperaturą co wskazuje że zależność szybkości ruchu plazmy od temperatury nie stosuje się do prawa van't Hoffa.

TABLICA II — TABLE II

Temperatura °C Temperature °C	5	10	15	20	25	30	35	40
Średnia szybkość μ/sek. Average rapidity μ/sec.	1,85	3,25	4,63	5,72	7,11	8,28	9,22	9,88
Współczynnik Q_5 Q_5 Coefficient	1,76	1,43	1,24	1,32	1,17	1,11	1.07	

Bělehrádek (1929) przedstawił następujący wzór określający szybkość reakcji biologicznych w różnych tesmperaturach.

$$y = \frac{a}{x^b}$$

gdzie y = czas reakcji (odwrotność szybkości), x = temperatura, a i b = stałe. Po zlogarytmowaniu tego wzoru otrzymujemy

$$\log y = \log a - b . \log x$$

czyli zależność czasu reakcji od temperatury przedstawiona we współrzędnych logarytmicznych powinna dać zależność prostą o ile wzór Belehradka jest stosowalny. Wyniki pomiarów szybkości ruchu plazmy przedstawione w takim układzie dają z dużą dokładnością zależność prostą (ryc. 4). Zależność szybkości ruchu plazmy od temperatury stosuje się więc u *Elodea densa* do prawa Belehradka przy czym stałe a i b wynoszą: a = 1,95, b = 0,81.

Ruch plazmy przy różnych źródłach tlenu. Wielokrotnie wykazywano jak ważnym czynnikiem dla ruchu plazmy jest dostęp tlenu (Schuster 1913, Bottelier 1935, Thimann i Sweeney 1937). W zielonych komórkach źródłem tlenu może być albo proces fotosyntezy albo dyfuzja tego gazu z środowiska zewnętrznego. Dla zbadania z którego źródła zostaje czerpany tlen potrzebny do ruchu przeprowadzono doświadczenia przy wyłączeniu jednego z tych źródeł. W celu wyeliminowania asymilacji doświadczenie odbywało się w ciemności a tylko podczas obserwacji oświetlano mikroskop słabym światłem przechodzącym

TABLICA III — TABLE III

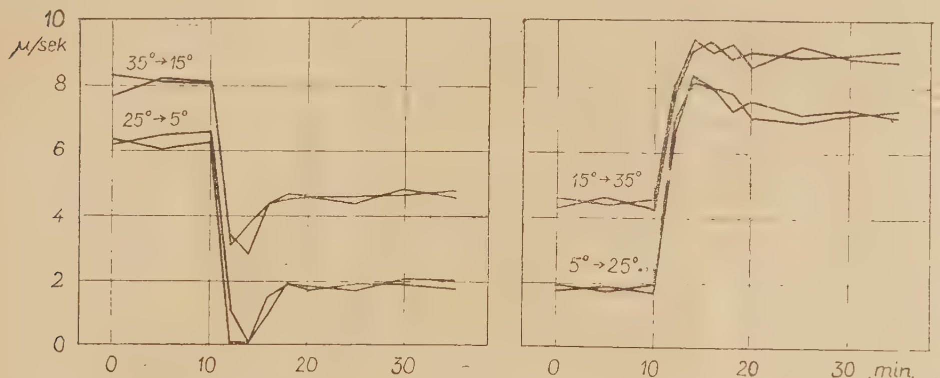
Źródłem tlenu dyfuzja Oxygen is deffused from the medium			Źródłem tlenu asymilacja Oxygen derived through assimilation		
Temperatura Temperature ^0C	Szybkość μ/sek. Rapidity μ/sec.	Q_5	Temperatura Temperature ^0C	Szybkość μ/sek. Rapidity μ/sec.	Q_5
5	1,98 ± 0,10		5	1,91 ± 0,09	
		1,33			1,60
10	2,63 ± 0,12		10	3,05 ± 0,15	
		1,29			1,41
15	3,40 ± 0,18		15	4,28 ± 0,15	
		1,32			1,33
20	4,48 ± 0,26		20	5,72 ± 0,22	
		1,30			1,23
25	5,81 ± 0,25		25	7,04 ± 0,31	
		1,28			1,18
30	7,41 ± 0,35		30	8,33 ± 0,33	
		1,12			1,08
35	8,32 ± 0,31		35	9,02 ± 0,33	
		1,08			1,07
40	9,10 ± 0,38		40	9,71 ± 0,37	

gdzie v = szybkość ruchu, T = temperatura absolutna A i α = stałe. W danym wypadku wartości A i α wynoszą: A = 7,18 10^7, α = 4.87 10^3. Dopiero w wyższych temperaturach następuje obniżenie współczynnika Q_5, który przyjmuje wartości zbliżone do odpowiednioch współczynników przy asymilacji.

Działanie nagłych skoków temperatury. Wielokrotnie stwierdzono, że nagła zmiana temperatury wywiera charakterystyczne działanie na ruch plazmy. Powoduje ona nie tylko zmianę szybkości odpowiednią do danej nowej temperatury ale także chwilowe przyspieszenie, opóźnienie a nawet zatrzymanie ruchu. (Cook 1929, Romijn 1931, Bělehrádek 1935). Efekt nagłego skoku temperatury może zależeć nie tylko od różnicy temperatur początkowej i końcowej i od szybkości ich zmiany ale także od wartości bezwględnych tych temperatur. Dlatego w doświadczeniach przyjęto za temperatury wyjściowe 5^0, 15^0, 25^0, 35^0 i począwszy od każdej z tych temperatur badano działanie nagłego ogrzania i nagłego oziębienia o 5, 10, 20 i 30 stopni z tym jednak aby temperatura końcowa mieściła się zawsze w granicach od 5^0 do 40^0. Działanie nagłego skoku temperatur badano przepuszczając przez stolik mikroskopu wodę o temperaturze początkowej poczem zmieniając ją nagle na wodę o temperaturze końcowej. Termometr stolika wskazywał po 10 do 20 sekundach nową temperaturę. Temperatura

wnętrza termostatu z mikroskopem utrzymywana była na poziomie średnim.

Zmiany szybkości ruchu plazmy przy nagłym ogrzaniu o 5, 10, 20 i 30 stopni mają naogół podobny charakter. Dla przykładu podano tylko wykres zmian szybkości odnoszący się do skoku o 20 stopni (ryc. 6). Nagłe ogrzanie powoduje raptowny wzrost szybkości ruchu.



Ryc. 6. Zmiany szybkości ruchu plazmy przy nagłym ogrzaniu (na lewo) i na- heating (left) and sudden cooling (right).

Ryc. 6. Changes of rapidity of protoplasmic streaming caused by sudden heating (left) and sudden cooling (right).

Szybkość ta po około 5 minutach osiąga wartość właściwą dla nowej temperatury. W niektórych wypadkach zwykle nieznaczne i szybko przemijające ponad tą stałą wartość. Przyspieszenie to jest stosunkowo najwyraźniejsze przy skoku temperatur z 5^0 do 25^0. Tablica IV

TABLICA IV — TABLE IV

Czas min. Time min.	Temperatura °C Temperature °C	Szybkość μ/sek. Rapidity μ/sec.
0	5	1,83 ± 0,17
5	5	1,90 ± 0,09
10	25	5,75 ± 0,84
15	25	8,15 ± 0,47
20	25	8,33 ± 0,72
25	25	8,00 ± 0,52
30	25	7,20 ± 0,37
35	25	7,04 ± 0,35
40	25	7,35 ± 0,44
45	25	7,50 ± 0,39

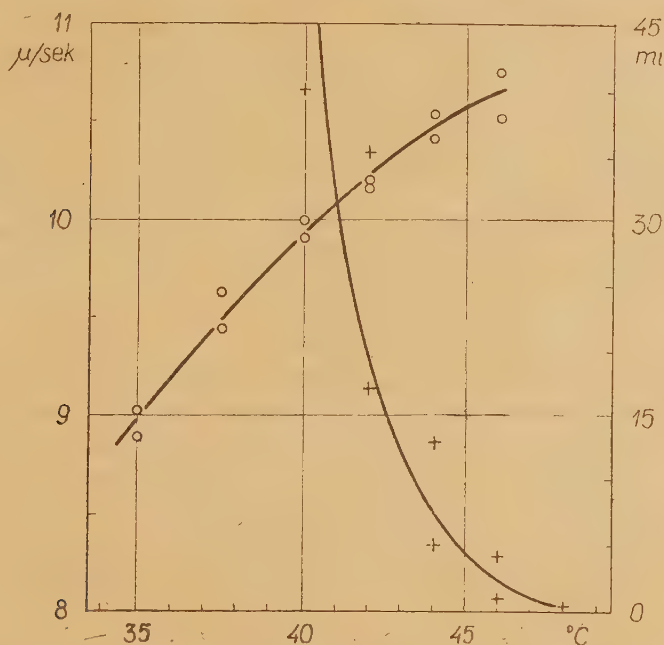
podaje przykładowo wyniki jednego z pomiarów. Konieczność wykonania pomiaru w krótkim czasie (co dwie minuty) była powodem ograniczenia liczby odczytów składających się na jeden pomiar, stąd stosunkowo duży błąd średni.

Nagłe oziębienie powoduje zmniejszenie szybkości ruchu do szybkości właściwej nowej temperaturze przyczym z reguły występuje czasowe zwolnienie lub zatrzymanie ruchu. Przy małej różnicy temperatur (5^0) zwykle nie obserwuje się czasowego zwolnienia. Przy skoku o tę samą ilość stopni opóźnienie jest tym większe im niższa jest temperatura końcowa. Przy temperaturze końcowej 5^0 występuje zawsze czasowe zatrzymanie ruchu. Opóźnienie ruchu jest chwilowe i po 10 a najdalej 15 minutach szybkość ruchu jest znów normalna.

Nagły skok temperatury powoduje między innymi zaburzenie równowagi w stosunkach tlenowych. Ze względu na znaczenie tlenu dla ruchu plazmy możliwe jest że chwilowe zwiększenie szybkości związane jest z chwilowym nadmiarem, zwolnienie — z niedoborem tlenu. Dla sprawdzenia czy tak jest istotnie przeprowadzono obserwację przy skoku z 5^0 do 25^0 stosując na kilka minut przed zmianą temperatury zmniejszony dopływ tlenu (filtr zielony, woda przegotowana). W takich warunkach po podwyższeniu temperatury nie obserwowano wyraźnego przekroczenia wartości właściwej dla 25^0. Analogiczne doświadczenie przeprowadzono przy skoku z 25^0 do 5^0 stosując przed zmianą temperatury wzbogacenie komórki w tlen (silniejsze światło, woda wysycona powietrzem). Obserwowano zawsze wyraźne zwolnienie ruchu, zazwyczaj nie ma jednak zatrzymania ruchu jakie z reguły występuje w kontroli.

R u c h p l a z m y w p o b l i ż u t e m p e r a t u r e k s t r e m a l n y c h. W komórkach poddanych działaniu temperatury powyżej 40^0 ruch plazmy po pewnym czasie ustaje. Czas ten jest tym krótszy im wyższa jest temperatura. Zadziałanie na komórkę np. temperaturą 44^0 powoduje początkowo przyspieszenie ruchu plazmy. Po krótkim czasie jednak szybkość ruchu zaczyna stopniowo maleć i po około 10 minutach ruch ustaje zupełnie. Pomiary szybkości wykonane w tym okresie mogą obejmować nie tylko zwiększoną szybkość ruchu osiągniętą pod wpływem nowej temperatury, ale także stopniowo zwalniającą szybkość — zjawisko poprzedzające ustanie ruchu. Średnie obliczone z takich pomiarów bywają z reguły, często znacznie mniejsze od szybkości osiągniętej zaraz po zadziałaniu nowej temperatury. Wyniki otrzymane w ten sposób dają małe wartości szybkości dla wysokich temperatur. Aby możliwie wyeli-

minować szkodliwy efekt wysokich temperatur wyrażający się w zwolnieniu ruchu brano pod uwagę tylko wartości szczytowe osiągnięte zaraz po zadziałaniu nowej temperatury bez względu na to jak długo szybkość ta trwa. Te szczytowe wartości wykazują ciągły wzrost wraz z temperaturą aż do temperatury 46⁰ przy której pomiar jest jeszcze możliwy. Przy 48⁰ występuje natychmiastowe wstrzymanie ruchu. Zależność szybkości ruchu od temperatury interpretowaną w ten sposób obrazuje zatem wykres bez optimum. Uzupełnieniem obrazu jest wykres czynnika czasowego tj. czasu trwania ruchu w danej temperaturze (ryc. 7). Czas ten, który dla 40⁰ wynosi



Ryc. 7. Wykres zależności szybkości ruchu plazmy i czasu trwania ruchu od temperatury przy górnej granicy temperatur.

Ryc. 7. Graph illustrating dependence on temperature near its upper limit of the rapidity of streaming and of the lasting of this movement.

zwykle kilka godzin szybko maleje wraz z temperaturą i dla 49⁰ zbliża się do zera. Współczynnik termiczny krzywej czynnika czasowej Q_5 wynosi około 15. Wstrzymanie ruchu plazmy w wysokich temperaturach jest odwracalne i o ile temperatura nie jest zbyt wysoka i nie działa zbyt długo to po jej obniżeniu ruch znów powraca.

Podobne pomiary wykonano dla dolnej granicy temperatur. Szybkość ruchu maleje wraz z temperaturą również w temperaturach poniżej 5^0 zgodnie z prawem Belehradka. Przy niskich temperaturach ruch plazmy jest bardzo niejednostajny co sprawia trudności pomiaru. Nawet w pobliżu zera ruch może trwać przez czas dłuższy, np. w temperaturze $0,5^0$ ruch plazmy ustaje dopiero po około godzinie. Dopiero w 0^0 i poniżej następuje szybkie zatrzymanie ruchu.

Dyskusja.

Szereg autorów zajmujących się ruchem plazmy u *Elodea* i *Vallisneria* uważa że ruch ten jest bardzo zmienny nawet mimo jednolitych warunków zewnętrznych (Fitting 1925, Jurišić 1925, Schweickert 1928, Ssawostin 1930). Jurišić badając przebieg ruchu u *Elodea* przez czas dłuższy twierdzi, że szybkość ruchu wzrasta od momentu zadziałania bodźca aż do maksimum poczem znów opada do zera przy czym wykazuje przebieg bardzo nieregularny, z dużymi wahaniami mimo stałych warunków zewnętrznych. Stąd szybkość ruchu nie można uważać za wskaźnik działania czynników zewnętrznych na komórkę. Pogląd taki stoi w sprzeczności z wynikami badań nad ruchem plazmy u roślin u których ruch ten jest zjawiskiem stałym nie powstającym dopiero pod wpływem bodźców zewnętrznych. Tak np. u *Characeae* stwierdzono bardzo jednolitą szybkość ruchu przy niezmiennych warunkach (Lambers 1925), podobnie jest ona jednolita w komórkach koleoptile *Avena* (Bottelier 1934, Thimann i Sweeney 1937).

Wyniki niniejszej pracy nie zgadzają się z rezultatami poprzednich badań nad szybkością ruchu u *Elodea*, przede wszystkim z wynikami Jurišića. Powód leży prawdopodobnie w tym że Jurišić jak zresztą wszyscy poprzedni badacze za szybkość ruchu plazmy uważali szybkość chloroplastów, których ruch jest zazwyczaj istotnie bardzo zmienny. Jeżeli natomiast za szybkość ruchu plazmy przyjąć szybkość najmniejszych dobrze widocznych ziarnistości plazmy, wówczas szybkość ta po prędkim stosunkowo osiągnięciu wartości odpowiadającej danym warunkom zewnętrznym utrzymuje się na stałym poziomie z nieznacznymi wahaniami przez czas dłuższy. Dopiero po kilku godzinach szybkość ruchu w niektórych wypadkach zmiejszała się. Szybkość ruchu plazmy może ustalić jedynie dokładny pomiar, gdyż wrażenie oparte na obserwacji ruchu chloroplastów, które przede wszystkim rzucają się w oczy jest często mylne.

Zależność szybkości ruchu plazmy od temperatury stwierdzano oddawna na różnym matriale między innymi także u *Elodea* (V e l t e n 1876, H a u p t f l e i s c h 1892, B e i k i r c h 1925). Naogół są to obserwacje jakościowe. Dane ilościowe podaje tylko B e i k i r c h, pomiary te robione były jednak na chloroplastach nie są więc pawne. Wyniki niniejszej pracy okazały się w pewnym stopniu zbliżone do danych B e i k i r c h a. Pomiary szybkości wykonane przez B e i k i r c h a mają na ogół jednak niższe wartości i są bardziej nieregularne.

Ilościowe badania nad ruchem plazmy u innych roślin robione były głównie nad *Characeae* (L a m b e r s 1925, R o m i j n 1931, U m r a t h 1934) oraz na koleoptile owsa (B o t t e l i e r 1934, 1935, E y m e r s i B o t t e l i e r 1937). U *Avena* w starszych koleoptile wykrył B o t t e l i e r dokładną zależność van't Hoffa, natomiast wszyscy autorowie pracujący nad *Characeae* stwierdzili u nich liniową zależność szybkości ruchu od temperatury. U *Elodea* mamy zależność tego samego typu co u *Characeae*, ponieważ zależność liniowa jest tylko specjalnym przypadkiem prawa Bělehrádka. Wyrażenie

$$y = \frac{a}{x^b}$$

przyjmuje mianowicie po podstawieniu b = 1 postać

$$y = \frac{a}{x}$$

oznaczając $v = \frac{1}{y}$ oraz $K = \frac{1}{a}$ otrzymujemy

$$v = K . x$$

Szybkość reakcji jest więc wprost proporcjonalna do temperatury w wypadku gdy współczynnik b = 1.

Wśród zbadanych rcślin wyodrębniają się dwie grupy. Zależność szybkości ruchu plazmy od temperatury zgodna jest z prawem Belehradka u *Characeae* i *Elodea*, a więc w komórkach posiadających chloroplasty natomiast stosuje się do prawa van't Hoffa w koleoptile *Avena* nie posiadającym ciałek zieleni. Ponieważ szereg autorów wykazało jak ściśle związany jest ruch plazmy z obecnością tlenu (S c h u s t e r 1913, T h i m a n n i S w e e n e y 1937) nasuwa to przypuszczenie, że zależność szybkości ruchu od tempera-

tury związana jest z źródłem tlenu, którym w komórkach bez chloroplastów może być tylko dyfuzja z zewnątrz, a w komórkach zawierających chloroplasty także fotosynteza.

W komórkach nie zawierających chlorofilu odcięcie dopływu tlenu z zewnątrz powoduje szybkie ustanie ruchu (J a c o b 1913, S c h u s t e r 1913, T h i m a n n i S w e e n e y 1937), natomiast u roślin zielonych ruch może się odbywać bez dopływu tlenu z zewnątrz (E v a r t 1903, S c h u s t e r 1913, N o t h m a n n - Z u c k e r k a n d l 1915). Bottelier przypuszcza, że rolę dostawcy tlenu może w tych wypadkach grać asymilacja. Niniejsze doświadczenia potwierdzają to przypuszczenie. Całkowite usunięcie możliwości dopływu tlenu powoduje również i u *Elodea* w krótkim czasie ustanie ruchu. Źródłem tlenu potrzebnego do ruchu może być jednak zarówno dyfuzja jak i asymilacja. Odcięcie tlenu z zewnątrz nie powoduje ustania ruchu o ile obiekt jest oświetlony i może asymilować i na odwrót zaciemnienie obiektu nie powoduje ustania ruchu o ile tlen może dyfundować z zewnątrz. W tym ostatnim wypadku szybkość ruchu jest nieco mniejsza co zgadza się z obserwacjami J o s i n g a (1901).

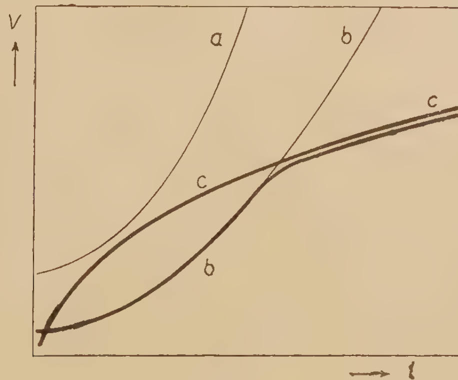
Gdy źródłem tlenu jest dyfuzja z ośrodka zależność szybkości ruchu od temperatury stosuje się u *Elodea* do prawa van't Hoffa podobnie jak wykrył B o t t e l i e r u *Avena* gdzie źródłem tlenu może być tylko dyfuzja. Nie tylko charakter zależności zgodny jest z obserwacjami B o t t e l i e r ale nawet wartości współczynników temperatury są bardzo zbliżone (1,33 dla *Avena*, 1,30 dla *Elodea*). W temperaturach ponad 30^0 współczynnik ten nagle maleje Podobne zjawisko daje się zauważyć na wykresach B o t t e l i e r (1935). Prawdopodobnie w tych temperaturach czynnikiem minimum ograniczającym szybkość ruchu staje się dopływ tlenu z zewnątrz drogą dyfuzji z charakterystycznym dla dyfuzji niskim współczynnikiem temperatury. Natomiast w temperaturach niższych szybkość ruchu ogranicza jakiś inny czynnik być może oddychanie (B o t t e l i e r 1935). Intensywność tego czynnika zmienia się z temperaturą zgodnie z prawem van't Hoffa.

Zastosowanie prawa Belehradka do procesów biologicznych, które są z reguły procesami złożonymi z szeregu reakcji prostszych, opiera się na założeniu, że szybkość całego kompleksu procesów stosuje się do tej reakcji która przebiega najwolniej. Taką najpowolniejszą reakcją jest zwykle dyfuzja materiałów potrzebnych do metabolizmu, najczęściej tlenu. Szybkość tej dyfuzji jest z kolei zależna

obok temperatury także od lepkości ośrodka w danej temperaturze. Lepkość od której zależy dyfuzja zmienia się w plazmie wg. Belehradka według wzoru

$$y = \frac{a}{x^b}$$

(Bělehrádek 1929, 1935). Jeżeli zależność procesu biologicznego od temperatury zgodna jest z prawem Belehradka można stąd wnosić, że czynnikiem który szybkość tego procesu ogranicza jest dyfuzja przez plazmę. W wypadku ruchu plazmy czynnikiem tym byłaby dyfuzja tlenu uwolnionego przy fotosyntezie do plazmy wzgl. do powierzchni granicznej plazmy w której wg. Wenta (1938) zlokalizowane jest źródło siły poruszającej plazmę. Powstaje zagadnienie dlaczego czynnik który w ciemności ograniczał ruch plazmy na niższym poziomie nie ograniczał tego ruchu w świetle. Jeżeli czynnikiem tym jest oddychanie możnaby to wyjaśnić opierając się na badaniach nad intensywnością oddychania w świetle i w ciemności. W większości wypadków oddychanie odbywa się w świetle bardziej intensywnie (Rabinowitch 1948), krzywa związana z oddychaniem zostaje więc przypuszczalnie przesunięta ku górze (ryc. 8).



Ryc. 8. Hipotetyczna zależność szybkości ruchu od temperatury przy założeniu, że należy ona wyłącznie od a — oddychania w świetle, b — oddychania w ciemności, c — dyfuzji przez plazmę. Gruba linia przedstawia rzeczywistą zależność szybkości ruchu plazmy od temperatury w świetle i w ciemności.

Ryc. 8. Hypothetical dependence of streaming rapidity on temperature when it is assumed that this dependence is influenced only by a — respiration in light, b — respiration in darkness, c — diffusion. Fat line indicates the real dependence of rapidity of protoplasmic streaming on temperature in light and in darkness.

Szereg autorów stwierdziło charakterystyczne działanie nagłego skoku temperatur na ruch plazmy polegający na chwilowym przyspieszeniu, opóźnieniu lub zatrzymaniu ruchu. U *Elodea* zjawisko to obserwowali H a u p t f l e i s c h (1892) i J o s i n g (1901), podczas gdy V e l t e n zaprzecza jego istnieniu. Prace te są jednak pozbawione danych ilościowych. Obecne badania wykazały że przy nagłym ogrzaniu występuje niekiedy chwilowe przyspieszenie ponad szybkość właściwą dla nowej temperatury, natomiast przy nagłym oziębieniu ma miejsce z reguły chwilowe wstrzymanie lub zwolnienie ruchu. Te różnice szybkości są stosunkowo nieznaczne dlatego dane z starszej literatury oparte wyłącznie na jakościowych obserwacjach są zupełnie niemiarodajne. Ilościowe badania nad działaniem nagłych skoków temperatury na ruch plazmy robione były tylko nad *Characeae* (L a m b e r s 1925, C o o k 1929, R o m i j n 1937). Wykazały one że przy nagłym oziębieniu występuje chwilowe zwolnienie lub zatrzymanie ruchu. Szybkość ruchu wraca do normalnej wartości w krótkim stosunkowo czasie kilku minut (R o m i j n 1931) do pół godziny (B ě l e h r á d e k 1935). Spostrzeżenia te zgadzają się z niniejszymi obserwacjami nad *Elodea*. Natomiast u *Characeae* nie obserwowano chwilowego przyspieszenia przy nagłym ogrzewaniu. Według R o m i j n a szybkość ruchu osiąga u *Nitella* od razu wartość właściwą dla nowej temperatury. W wykresach otrzymanych w niniejszych doświadczeniach przebieg zmian szybkości ruchu po nagłej zmianie temperatury różni się nieco od podobnych przebiegów podawanych przez innych autorów. Różnica polega na tym że maksimalna względnie minimalna szybkość zostaje osiągnięta nie odrazu po zmianie temperatury lecz najczęściej po kilku minutach. Być może że powód leży w niedoskonałości użytej aparatury która nie nadaje się dobrze do badań nad nagłymi zmianami temperatury. Temperatura badanego obiektu mieszczącego się między ogrzewanym stolikiem a obiektywem imersyjnym zmienia się przy tego rodzaju doświadczeniach wolniej niż to wskazuje termometr umieszczony w wodzie ogrzewającej stolik.

Zależność szybkości ruchu od temperatury podawana była w dawniejszych pracach jako proces posiadający przy pewnej temperaturze optimum. Tę optymalną temperaturę określano zawsze jako leżącą bardzo blisko górnej granicy temperatur przy której ruch plazmy ustaje (V e l t e n 1876, H a u p t f l e i s c h 1892, B e i k i r c h 1925). Jeżeli jednak uwzględnić znaczenie czynnika czasowego, wówczas, jak wynika z niniejszych doświadczeń zależność szybkości ruchu od temperatury nie posiada optimum. Szybkość

ruchu w całym zakresie temperatur jest tym większa im wyższa jest temperatura. Powyżej 40° zależność ta jest zacierana przez efekt czynnika czasowego. Podobne wyniki otrzymała Lambers (1925) dla *Characeae* w temperaturach powyżej 35°.

Przy określeniu temperatury maksymalnej należy ściśle ustalić jak długo ma się odbywać dany proces w tej temperaturze (Bělehrádek 1935). Zależnie od tego określenia za temperaturę maksymalną można uważać temperaturę od 40° przy której czas trwania ruchu wynosi kilka godzin czyli praktycznie ∞, do 48° przy której następuje natychmiastowe ustanie ruchu. Temperatury maksymalne podawane przez poprzednich autorów mieszczą się zawsze w tych granicach.

Przy dolnej granicy temperatur występuje również działanie czynnika czasowego. Krzywa jego jest jednak bardzo stroma i przypada w pobliżu zera, tak że jako temperaturę minimalną można z dużą dokładnością przyjąć 0°. Przy powolnym ochładzaniu ruch plazmy może odbywać się przez krótki czas nawet poniżej 0°, co zgadza się z obserwacjami Klemma (1894).

Autor pragnie wyrazić serdeczne podziękowanie panu Prof. Dr F. Górskiemu za cenne wskazówki i uwagi krytyczne oraz za okazaną życzliwość.

Z ZAKŁADU FIZJOLOGII ROŚLIN
UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO. KRAKÓW

SUMMARY.

Protoplasmic streaming was observed in cells of the under side of the leaf of *Elodea densa* Casp. The average rapidity of movement of the smallest well visible grains of the protoplasm was taken to indicate the rapidity of protoplasmic streaming. The time neaded for the observed particle of the protoplasm to move through a distance of 10μ was taken as the basis for caltulating the rapidity of the movement, and a stopperwatch was used for measuring this time.

In cells observed immediatly after the cutting off of the leaf and its preparing no rotative streaming can be seen. Under the influence of a traumatic stimulus and of illumination the streaming begins usually 10—20 minutes after the leaf was prepared. The rapidity of the rotative streaming was measured every 15 minutes

and it appears that this movement slow and irregular at first assumes after 30 minutes an almost unchanging velocity (at 20⁰ C it varies from 5,5 to 6,0μ/sec.) and maintains it with small fluctuations for a long time (at least 5—6 hours) (fig. 2). The simultaneous measurement of the rapidity of chloroplast movement gave very irregular results. All chloroplasts move slowly then the grains of protoplasm and sometimes already after 2—3 hours their movement stops, although the protoplasm is still rotating rapidly. It results therefore that the rotative streaming of protoplasm and the movement of chloroplasts are not necessarly connected one with the other. The irregular results of many observations of rotative streaming (e. g. J u r i š i č 1925) were probably obtained by basing the measurements of the rapidity of this movement on the movement of chloroplasts, which in fact is often very irregular. On the other hand the rapidity of protoplasmic rotation in *Elodea densa* maintains a fixed value in unchanging conditions for quite a long time as it also does in the case of *Charanceae* (L a m b e r s 1925) and of coleoptile of oats (B o t t e l i e r 1934).

When the afflux of oxygen is cut off by interrupting its assimilation and its diffusion from the outside the movement soon stops (whithin 30—60 minutes). Both, the illuminating of the leaf when the afflux of oxygen from without is cut off, and the supplying of oxygen from the medium while assimilation is interrupted, cause the movement to begin again and to continue at a steady rapidity for quite a long time (fig. 5). It results therefore that the oxygen needed for the movement can be derived both from the assimilation and the diffusion from without — in the latter case however the streaming is not so rapid.

The influence of temperature was investigated by placing a leaf on a microscope table which could be heated with accuracy to whithin (± 0,2⁰ C). To reduce the loss of heat from the preparate through the immersion objective, the microscope was placed in a thermostat in which the temperature could be maintained at a fixed level to whithin ± 1⁰ C. (fig. 1). Sudden changes of temperature were avoided when the preparate both was warmed and cooled.

Average rapidities of protoplasmic streaming in temperatures from 5⁰ to 40⁰ are shown in Table II. Van't Hoff's coefficients calculated from this data are very irregular, which indicates the relation between the rapidity of the streaming and the temperature is

not depended on van't Hoff's law. On the other hand the results obtained are very accurately in conformity with Bělehrádek's law expressed by the formula

$$v = \frac{t^b}{a}$$

where v = rapidity of protoplasmic streaming, t = temperature, a and b = constants. (In this case a = 1,95 and b = 0,81). The numerical data obtained in the course of this investigation are to a somee extent in conformity with Beikirch's results (1925).

The influence of temperature was also investigated when the oxygen came from one source only (only from assimilation or only from diffusion from environement). In the first instance the depedendence of the rapidity of protoplasmic streaming on temperature was the same as was described above. On the other hand in the latter case in temperatures from 5°—30° the Q_5 coefficients are nearly constant (Table III) and whithin these temperatures the relation between the rapidity of the movement and the temperature is in accordance with van't Hoff's law

$$v = A \cdot e^{-\frac{\alpha}{T}}$$

where v = rapidity of protoplasmic streaming, T = absolute temperature, A and α = constants (in this case A = $7{,}18 \times 10^7$ and α = $4{,}87 \times 10^3$) in higher temperatures the Q_5 coefficient decreases quickly.

According to the relation between the rapidity of streaming and temperature two groups of plants among those investigated so far can be distinguished:

a. In cells in which there are chloroplasts this relation is either in accordance with Bělehrádek's law (Beikirch 1925 and the present paper) or it is linear (Lambers 1935, Umrath 1937) which is a special case of Bělehrádek's law occuring when the coefficient b = 1.

b. in cells in which there is no chlorophyll this relation, at least in lower temperatures, is in accordance which van't Hoff's law (Bottelier 1935). Van't Hoff's law was also applicable to *Elodea* when assimilation was interrupted by placing the plant in darkness.

It seems probable that the different character of the relation between the rapidity of the streaming and the temperature is depended on the different conditions of deriving the oxygen necessary for the energetic processes of the cell.

When Bělehrádek's law is applicable the factor limiting the rapidity of the streaming would be the diffusion of oxygen (B ě l e h r á d e k 1935) liberated into the protoplasm or into the border layer of protoplasm (W e n t 1938) in the course of protosynthesis. When the cell is in darkness, the diffusion would be a limiting factor only in higher temperatures as it happens in the coleoptile of oats (B o t t e l i e r 1935). On the other hand in lower temperatures some other process — possibly the respiration of the plant — would be the limiting factor. When the cell is lighted, the respiration in the course of assimilation is more intensive (Ra b i n o w i t c h 1945) and so in all temperatures the diffusion becomes the limiting factor (fig. 8).

In the course of experiments with sudden changes of temperature, measurements of the changes in the rapidity of streaming were done when the temperature was altered with a shock by 5, 10, 20 and 30°. It was found that when the temperature was dropped suddenly, a temporary decrease of rapidity or interruption of the streaming occurs, which depends both on the difference between the temperatures and on the new temperature. The change of rapidity is termporary, and after 10—15 mins the rapidity assumes its normal value for the new temperatures. When the drop of temperature is the same, the lower the new temperature the greater is the decrease of rapidity. At the temperature of 5° temporary interruption of streaming always occurs. When the temperature is suddenly increased the rapidity usually increases immediatly to the value normal for the new temperature. In some cases a small and very temporary increase above this normal value is noted. In the case of sudden cooling the results obtained here, are in accordance with those obtained in the course of other investigations, on the other hand however the stimulating effect of sudden heating was never previously observed. Unfortunatelly the apparatus used was ill fitted for experimenting with shock changing of temperatures and so the results obtained in this part of the investigation carry a quite considerable error.

In cells warmed to a temperature above 40° C the protoplasmic streaming stops after some time. The higher the temperature the

quicker does the streaming stop. When protoplasmic streaming stops very quickly measurements of its rapidity include not only the acceleration due to the increase of temperature, but also the decrease of rapidity followed by the stopping of the streaming. The average results in such measurements can have especially in the case of high temperatures low values. When, to eliminate the harmful effect of high temperatures, only the acceleration of the streaming after the increase of temperature is observed, and the time during which the high temperature acts is disregarded, then up to 46° C a constant acceleration of the streaming parallel to the increase in temperature is obtained (the graph shows no optimum). At 46° C measurements are still possible. At 48° C the streaming stops immediately. The full dependence of protoplasmic streaming on temperature in high temperatures is therefore illustrated not only by the relation between the rapidity of the streaming and the temperature but also by the dependence on temperature of the time the streaming lasts (the time factor). According to how we define it, the maximum temperature can vary from 40° (the rapidity of the streaming maintains a constant value for several hours which practically equals ∞) to 48° (at this temperature the movement stops immediately). The values of maximum temperatures given by various authors: (Velten 1876, Hauptfleisch 1892, Beikirch 1925) all lie whithin these limits. It can be demonstrated taht similar though less pronounced relations exists at the lower limit of temperature.

LITERATURA

1. Beikirch H. 1925. Die Abhängigkeit der Protoplasma-strömung von Licht und Temperatur und ihre Bedingtheit durch andere Faktoren. Bot. Arch. *12*. 389—445.
2. Bělehrádek J. 1929. Sur la signification des coefficients de température. Protoplasma 7. 232—255.
3. Bělěhrádek J. 1935. Temperature and living matter. Berlin. Gebr. Borntraeger.
4. Bottelier H. P. 1934. Über den Einfluss ausserer Faktoren auf die Protoplasmaströmung in der Avena Coleoptile. Rec. trav. bot. neerl. *31*. 374—415.
5. Bottelier H. P. 1935. Oxygen as limiting factor of the protoplasmic streaming in Avena coleoptiles of different ages. Rec. trav. bot. neerl. *32*. 278—192.
6. Cook S. F. 1929. The effect of sudden changes of temperature on the protoplasmic streaming. Journ. of gen. physiol. *12*. 793—803.
7. Ewart A. J. 1903. On the physics and physiology of protoplasmic streaming in plants. Oxford. Clarendon Press.

8. Eymers J. G. and H. P. Bottelier. 1937. Protoplasmic movement in the Avena coleoptile in relation to oxygen pressure and age. Proc. Akad. Wetensch. Amsterdam. *40.* 589—595.
9. Fitting H. 1925. Untersuchungen über die Auslösung von Protoplasmaströmung. Jahrb. f. wiss. Bot. *64.* 281—388.
10. Hauptfleisch P. 1892. Untersuchungen über die Strömung des Protoplasms in behäuteten Zellen. Jahrb. f. wiss. Bot. *24.* 173—231.
11. Jacob F. Dissertatio. Jena. 1913.
12. Josing E. 1901. Der Einfluss der Aussenbedingungen auf die Abhängigkeit der Protoplasmaströmung vom Licht. Jahrb. f. wiss Bot. *36.* 197—229.
13. Jŭrisić P. J. 1925. Die Geschwindigkeitsänderung der Protoplasmaströmung in den Pflanzenzellen. Acta Bot. Inst. Bot. R. Univ. Zagreb. *1.* 25—31.
14. Klemm P. 1895. Jahrb. f. wiss. Bot. 28. 627—635.
15. Lambers H. R. 1925. The influence of temperature on protoplasmic streaming of Characeae. Proc Akad. Wetensch. Amsterdam *28.* 240—346.
16. Marcy B. 1937. Effect of ethylene chlorhydrin and thiourea on Elodea and Nitella. Plant. Physiol. *12.* 207—212.
17. Nothmann-Zuckerkandl H. 1912. Die Wirkung der Narkotica auf die Protoplasmaströmung. Biochem. Zeitschr. *45.* 412—423.
18. Nothmann-Zuckerkandl. H. 1915. Über die Erregung der Protoplasmaströmung durch verschiedene Strahlenarten. Ber. d. D. Bot. Ges. *33.* 301—313.
19. Romijn C. 1931. Über den Einfluss der Temperatur auf die Protoplasmaströmung bei Nitella flexilis. Proc. Akad. Wetensch. Amsterdam. *34.* 289—296.
20. Rabinowitch. E. I. 1945. Photosynthesis and related processes. New York. Interscience publishers Inc.
21. Schweickert H. 1928. Untersuchungen über Photodinese bei Vallisneria spiralis. Jahrb. f. wiss. Bot. *68.* 79—134.
22. Seifriz W. 1937. A theory of protoplasmic streaming. Science. *86.* 397—398.
23. Schuster G. 1913. Dissertatio. Leipzig.
24. Ssawostin P. W. 1930. Magnetophysiologische Untersuchungen. I Die Rotationsbewegung des Plasmas in einem konstanten magnetischen Kraftfelde. Planta. *11.* 683—726.
25. Thimann K. V. and B. M. Sweeney. 1937. The effect of auxin upon protoplasmic streaming. Journ. of Gen. Physiol. *21.* 123—135.
26. Thimann K. P. and B. M. Sweeney. 1938. The effect of auxin on protoplasmic streaming II. Journ. of Gen. Physiol. *21.* 439—461.
27. Umrath K. 1934. Die Einfluss der Temperatur auf das elektrische Potential, den Aktionsstrom und die Protoplasmaströming bei Nitella mucronata. Protoplasma *21.* 329—334.
28. Velten H. 1876. Die Einwirkung der Temperatur auf die Protoplasmabewegung. Flora. *56.* 81—97.
29. Went F. W. 1938. Remarks on streaming and on bud inhibition. Chronica Botanica. *4.* 503—505.

STATUT
POLSKIEGO TOWARZYSTWA BOTANICZNEGO

I. Nazwa.

Par. 1. Stowarzyszenie nosi nazwę „Polskie Towarzystwo Botaniczne".

II. Teren działalności i siedziba.

Par. 2. Terenem działalności Stowarzyszenia jest obszar całej Rzeczypospolitej Polskiej.

Par. 3. Siedzibą władz naczelnych Stowarzyszenia jest m. st. Warszawa.

Par. 4. Stowarzyszenie ma prawo zakładania oddziałów na terenie całego Państwa.

III. Cel i śroki działania

Par. 5. Celem Towarzystwa jest popieranie rozwoju botaniki i nauk pokrewnych oraz krzewienie ich w społeczeństwie.

Par. 6. Do urzeczywistnienia tego celu Towarzystwo dążyć będzie z zachowaniem obowiązujących przepisów prawnych przez:

a) wydawanie własnych czasopism oraz prac z dziedziny botaniki i nauk pokrewnych,

b) urządzanie posiedzeń naukowych,

c) organizowanie zjazdów, konferencyj itp.,

d) odczyty publiczne, wykłady, dyskusje i wystawy,

e) zakładanie bibliotek, stacyj i pracowni botanicznych oraz gromadzenie zbiorów,

f) ogłaszanie konkursów, przyznawanie nagród, udzielanie zapomóg na badania z dziedziny botaniki i jej zastosowań,

g) organizowanie i podejmowanie wycieczek naukowych i podróży badawczych,

h) udział w pracach innych towarzystw krajowych i zagranicznych, przyczyniających się do podniesienia nauk botanicznych oraz do ochrony szaty roślinnej,
i) utrzymywanie stosunków naukowych z pokrewnymi Towarzystwami zagranicznymi,
k) wydawanie opinii fachowych na żądanie Władz Państwowych i organizacyj społecznych,
l) współdziałanie w szerzeniu wiedzy botanicznej.

Par. 7. Do zrealizowania tych zadań Towarzystwo, może powoływać Komisje i zakładać Sekcje, które działają w ramach Statutu Towarzystwa i na zasadzie regulaminów wewnętrznych, zatwierdzonych przez Zarząd Główny.

Par. 8. Polskie Towarzystwo Botaniczne jest osobą prawną i jako takie może posiadać majątek ruchomy i nieruchomy oraz występować w sądach w charakterze powoda i pozwanego.

Towarzystwo używa pieczęci z napisem „Polskie Towarzystwo Botaniczne — Societas Botanicorum Poloniae“, z kwiatostanem Carlina onopordifolia w środku.

IV. Członkowie Towarzystwa

Par. 9. Członkowie Towarzystwa dzielą się na: a) honorowych, b) korespondentów, c) zwyczajnych, d) nadzwyczajnych i e) dożywotnich.

Par. 10. Godność członków honorowych nadaje Walne Zgromadzenie na wniosek Zarządu Głównego wybitnym badaczom na polu botaniki i nauk pokrewnych, jako też osobom szczególnie zasłużonym dla Towarzystwa.

Par. 11. Członków — korespondentów wybiera Walne Zgromadzenie na wniosek Zarządu Głównego spośród zasłużonych pracowników na polu botaniki i nauk pokrewnych zagranicą.

Par. 12. Zwyczajnym członkiem Towarzystwa może zostać każda pełnoletnia osoba, pracująca naukowo na polu botaniki i nauk pokrewnych.

Par. 13. Nadzwyczajnym członkiem Towarzystwa może zostać osoba fizyczna lub prawna czy instytucja, okazująca gotowość współpracy z Towarzystwem na drodze do jego celu.

Par. 14. Kandydatów na członków zwyczajnych i nadzwyczajnych przedstawiają Zarządowi Głównemu do zatwierdzenia Oddziały, o ile kandydatury te na wniosek dwóch członków,

do stawiania takich wniosków uprawnionych (por. par. 17 cz. 2 c), zostały przez Oddziały przyjęte.

Zarząd Główny w razie decyzji odmownej zawiadamia o niej Oddział do dwóch tygodni po najbliższym posiedzeniu Zarządu.

Par. 15. Członkowie zwyczajni i nadzwyczajni opłacają jednorazowo wpisowe oraz składki roczne, ustalone każdorazowo przez Walne Zgromadzenie.

Par. 16. Członkowie Towarzystwa, wpłacający jednorazowo dwudziestokrotną składkę roczną, stają się dożywotnimi członkami. Członkowie honorowi i członkowie korespondenci składek ani wpisowego nie opłacają.

Par. 17. Wszyscy członkowie Towarzystwa mają prawo:
a) udziału w naukowych zebraniach Towarzystwa,
b) bezpłatnego otrzymywania czasopism, wydawanych przez Towarzystwo. Inne wydawnictwa Towarzystwa mogą otrzymywać na warunkach ustalonych przez Zarząd Główny, wydawnictwa Oddziałów — na warunkach ustalonych przez te Oddziały,
c) korzystać z odczytów, bibliotek, zbiorów i pracowni Towarzystwa,
d) zabierać głos na zebraniach Towarzystwa i jego Oddziałów.

Członkowie honorowi, korespondenci i zwyczajni mają ponadto prawo:
a) głosowania na zebraniach Towarzystwa i jego Oddziałów,
b) wybieralności do Zarządu Głównego Towarzystwa i Komisji Rewizyjnej,
c) przedstawiania kandydatów na członków zwyczajnych i nadzwyczajnych.

Par. 18. Do obowiązków członków zwyczajnych i nadzwyczajnych należy: udział w pracach Towarzystwa i popierania jego zamierzeń, wymienionych w paragrafie 6-tym.

Par. 19. Członek pragnący wystąpić z Towarzystwa, winien to oświadczyć na piśmie Zarządowi Oddziału i uiścić składkę, przypadającą za czas do końca roku administracyjnego.

Przestaje być członkiem Towarzystwa, kto uchwałą Oddziału zostanie skreślony z powodu niepłacenia składek przez dwa lata, lub z innych powodów na zasadzie uchwały Walnego Zgromadzenia Towarzystwa. Skreśleni z listy

członków wskutek niepłacenia składek nie zostają przez to zwolnieni od obowiązku ich uiszczenia i mogą być przyjęci z powrotem po uiszczeniu składek bez ponownego opłacania wpisowego.

V. Władze Towarzystwa.

Par. 20. Władzami Towarzystwa są: a) Walne Zgromadzenie członków, b) Zarząd Główny, c) Komisja Rewizyjna Towarzystwa, d) Sąd Polubowny.

Walne Zgromadzenie.

Par. 21. Walne Zgromadzenia członków Towarzystwa mogą być zwyczajne i nadzwyczajne. Zwyczajne odbywają się raz na rok w miejscu, wyznaczonym przez poprzednie Walne Zgromadzenie. Nadzwyczajne Walne Zgromadzenie zwołuje Zarząd Główny według swego uznania albo na żądanie Komisji Rewizyjnej, lub najmniej 1/5 części członków zwyczajnych Towarzystwa w terminie do dwóch miesięcy od zgłoszenia żądania. Zarząd Główny zawiadania członków Towarzystwa na trzy tygodnie naprzód o terminie, miejscu i porządku Walnego Zgromadzenia.

Par. 22. Do kompetencji Walnego Zgromadzenia członków Towarzystwa należy:

a) rozpatrywanie i przyjmowanie do wiadomości sprawozdań Zarządu Głównego za rok ubiegły, zatwierdzanie planów budżetowych na rok bieżący oraz ustalanie składek rocznych członków zwyczajnych i nadzwyczajnych.

b) wybór przewodniczącego Towarzystwa, członków Zarządu Głównego, członków Komisji Rewizyjnej oraz ich zastępców,

c) zatwierdzanie nowopowstających Oddziałów Towarzystwa,

d) na wniosek Zarządu Głównego nadawanie godności członków honorowych oraz wybieranie członków — korespondentów Towarzystwa.

e) wykreślanie członków Towarzystwa z innych powodów niż niepłacenia składek,

f) decydowanie o sprzedaży, obciążaniu i nabywaniu nieruchomości,

g) rozpoznawanie i uchwalanie wniosków Zarządu Głównego oraz wniosków, przedłożonych Zarządowi przez członków na dwa tygodnie przed terminem Walnego Zgromadzenia. Późniejsze wnioski członków Walne Zgromadzenie może rozpatrywać, o ile uzna ich nagłość. Wnioski nagłe nie mogą tyczyć się wyboru członków Zarządu, dysponowania majątkiem Towarzystwa, zmiany jego statutu lub rozwiązania,

h) zmiana statutu Towarzystwa, decyzja o jego rozwiązaniu i rozprowadzeniu majątkiem.

Par. 23. Do ważności uchwał Walnego Zgromadzenia potrzebny jest udział w nim 1/4 części ogółu zwyczajnych, korespondentów i honorowych członków Towarzystwa, a do ważności uchwał, tyczących się zmiany statutu lub rozwiązania Towarzystwa, połowy ogółu członków zwyczajnych, korespondentów i honorowych.

Głosowanie na Walnym Zgromadzeniu odbywa się bezpośrednio lub przez wybranych spośród członków Towarzystwa uprawnionych do głosowania delegatów, zastępujących najwyżej po pięciu uprawnionych do głosowania członków Towarzystwa.

Uchwały Walnego Zgromadzenia członków zapadają bezwzględną większością głosów, lecz jeśli tyczą się zmiany statutu lub rozwiązania Towarzystwa, wymagają większości 2/3 głosów. W razie braku odpowiedniego kompletu, przewodniczący wyznacza w tym samym dniu lub w dniu następnym ponowne Walne Zgromadzenie, którego uchwały będą ważne bez względu na liczbę uczestników, o czym członków Towarzystwa uprzedza się z góry w zawiadomieniach o terminie i porządku obrad Walnego Zgromadzenia.

Zarząd Główny.

Par. 24. Zarząd Główny Towarzystwa składa się z: przewodniczącego, wybieranego na trzy lata, dwunastu członków, wybieranych na cztery lata przez Walne Zgromadzenie Członków, oraz przewodniczących Oddziałów. Z członków Zarządu Głównego, wybieranych przez Walne Zgromadzenie. corocznie ustępuje dwóch, zrazu przez losowanie, a następnie według starszeństwa wyboru. Ustępujący mogą być ponownie wybrani. Członkowie Zarządu Głównego wybierają

spośród siebie zastępcę przewodniczącego, sekretarza, skarbnika, redaktora czasopism, bibliotekarza, ewentualnie ich zastępców.

W posiedzeniach Zarządu Głównego, o ile przedmiotem obrad będą sprawy, przygotowane przez Komisję, biorą również udział i przewodniczący tych Komisji z prawem głosu decydującego.

Par. 25. Posiedzenie Zarządu Głównego zwołuje przewodniczący lub w jego nieobecności zastępca conajmniej co pół roku i na nich przewodniczy. Na żądanie conajmniej pięciu członków Zarządu Głównego przewodniczący zwołuje posiedzenie w terminine do miesiąca. Do ważności uchwał Zarządu Głównego potrzebna większość najmniej ośmiu członków Zarządu. Uchwały zapadają zwykłą większością głosów. W razie równości głosów rostrzyga głos przewodniczącego.

Par. 26. Do zakresu czynności Zarządu Głównego należy:

a) zarządzanie majątkiem i kierowanie sprawami Towarzystwa,
b) wydawanie organu Towarzystwa pt. „Acta Societatis Botanicorum Poloniae" i innych wydawnictw,
c) zawieranie umów w sprawach i w imieniu Towarzystwa,
d) udzielanine pełnomocnictw i upoważnień w imieniu Towarzystwa,
e) zatwierdzanie przyjęcia nowych członków zwyczajnych i nadzwyczajnych, zgłoszonych przez Oddziały i Sekcje oraz wykreślanie osób z listy członków zwyczajnych i nadzwyczajnych z powodu niepłacenia składek. Czynności te Zarząd Główny może przekazać prezesowi Towarzystwa lub jego zastępcy,
f) składanie sprawozdań przed Walnym Zgromadzeniem członków z corocznych czynności Towarzystwa i przedkładanie budżetu na rok następny,
g) przedstawianie Walnemu Zgromadzeniu do zatwierdzenia kandydatur na członków honorowych i korespondentów Towarzystwa,
h) układanie programu prac Towarzystwa i zatwierdzanie regulaminów Oddziałów, Sekcyj i innych organów naukowych Towarzystwa,

i) powoływanie stałych lub czasowych komisji do specjalnych zadań Towarzystwa oraz zatwierdzanie regulaminów do nich,

k) podejmowanie wszelkich czynności do urzeczywistnienia zadań Towarzystwa wymienionych w paragrafie 6,

l) zwoływanine Walnych Zgromadzeń i wykonywanie ich uchwał oraz przygotowywanie wniosków, wymagających uchwały Walnego Zgromadzenia.

Par. 27. Przewodniczący Zarządu Głównego jest przedstawicielem Towarzystwa, przewodniczy na Walnych Zgromadzeniach, zwołuje posiedzenia Zarządu Głównego i przewodniczy na nich, wraz z sekretarzem podpisuje korespondencję na zewnątrz. Majątkowe zobowiązania Towarzystwa, pełnomocnictwa i umowy również hipoteczne, oprócz przewodniczącego i sekretarza, podpisuje skarbnik (por. par. 36). W razie nieobecności przewodniczącego jego obowiązki pełni jego zastępca.

Komisja Rewizyjna.

Par. 28. Komisja Rewizyjna składa się z trzech członków i dwóch zastępców, wybieranych corocznie przez Walne Zgromadzenie Członków spośród członków Towarzystwa, nie wchodzących w skład Zarządu Głównego. Komisja ma obowiązek przynajmniej raz na rok przed Walnym Zgromadzeniem sprawdzić stan majątkowy i księgowość kasową Towarzystwa i ze swych czynności zdaje sprawozdanie przed Walnym Zgromadzeniem. Komisja może ponadto badać księgowość i rachunkowość Towarzystwa każdej chwili.

Sąd Polubowny Towarzystwa

Par. 29. Spory, powstające na tle wewnętrznych stosunków Towarzystwa, rozstrzyga Sąd Polubowny. Sprawy, nadające się do Sądu Polubownego, kwalifikuje Zarząd Główny Towarzystwa. Do Sądu Polubownego każda strona wybiera doraźnie spośród członków Towarzystwa jednego sędziego, ci zaś wybierają Superarbitra. Od orzeczenia Sądu Polubownego nie ma odwołania.

VI. Oddziały miejscowe i Sekcje Towarzystwa.

Par. 30. W miejscowości gdzie przebywa conajmniej 5 członków zwyczajnych Towarzystwa, mogą powstać miejscowe Oddziały i Sekcje, których czynności w ramach Statutu Towarzystwa mogą opierać się na osobnych regulaminach. Utworzenie Oddziału lub Sekcji wymaga zatwierdzenia Walnego Zgromadzenia, regulaminy ich wymagają zatwierdzenia Zarządu Głównego, z zachowaniem formalności, wymaganych przez art. 41 prawa o Stowarzyszeniach (poz. 808 Dz. Ust. z r. 1932).

Par. 31. Oddział lub Sekcja na wniosek 3 członków uchwala przedstawienie Zarządowi Głównemu do zatwierdzenia kandydatów na członków zwyczajnych i nadzwyczajnych.

Par. 32. Na cele własne Oddziały i Sekcje zatrzymują 1/4 część składek swoich członków, 3/4 zaś tych składek i wpisowe przekazują do kasy Towarzystwa. Ze swych czynności i obrotów kasowych Oddziały i Sekcje przedkładają corocznie sprawozdanie Zarządowi Głównemu Towarzystwa.

VII. Majątek Towarzystwa.

Par. 33. Na majątek Towarzystwa składają się:

a) wpisowe i składki członków,

b) darowizny, zapisy, subwencje rządowe i instytucyj samorządowych,

c) dochody z odczytów, wystaw itp. oraz wydawnictw czasopism i dzieł,

d) biblioteka i zbiory naukowe.

Par. 34. Towarzystwo prowadzi księgi handlowe, rachunkowe i inwentarzowe, przystosowane do czynności i potrzeb, zgodnie z wymaganiem przepisów ogólnych.

Par. 35. Funduszami Towarzystwa dysponuje przewodniczący lub jego zastępca wespół ze skarbnikiem, za wspólnym pokwitowaniem, lub osoba przez nich upoważniona.

Par. 36. Asygnacje na wydatki podpisują przewodniczący (lub jego zastępca) oraz skarbnik.

Czeki na rachunek bieżący podpisuje skarbnik. Do potwierdzenia odbioru z poczty pieniędzy, przesyłek i korespondencji wystarcza podpis jednego członka Zarządu Głównego i pieczęć Towarzystwa.

VIII. Rozwiązanie się Towarzystwa.

Par. 37. Rozwiązanie się Towarzystwa może nastąpić z mocy uchwały Walnego Zgromadzenia, powziętej większością 2/3 obecnych. Walne Zgromadzenie uchwalając rozwiązanie Towarzystwa, jednocześnie decyduje o sposobie likwidacji i o użyciu jego majątku.

Na mocy decyzji Prezydenta m. st. Warszawy z dnia 30 kwietnia 1946 r. L. dz. 01-275/46, wydanej na podstawie art. 21 Prawa o Stowarzyszeniach z dnia 27 października 1932 r. (Dz. Ust. R. P. Nr 94, poz. 808) wpisano do Rejestru Stowarzyszeń i Związków pod Nr 77 Stowarzyszenie p. n. „Polskie Towarzystwo Botaniczne".

Za Prezydenta M. St. Warszawy
(—) Roman Kochański
Naczelnik Wydziału Organizacji Społecznych

Statut niniejszy zawiera zmiany zatwierdzone na mocy decyzji Prezydium Rady Narodowej w m. st. Warszawie z dnia 11 stycznia 1951 r. Nr. Sp. A./Sp. 13/36/50 wydanej na podstawie art. 28 Prawa o Stowarzyszeniach z dnia 27. X. 1932 r. (Dz. U. R. P. Nr. 94, poz. 606). Warszawa dnia 11 stycznia 1951 r.

Za Prezydium Rady Narodowej
Kierownik Wydziału
(Mgr. Cz. Marzec)

POLSKIE TOWARZYSTWO BOTANICZNE

w dniu 1 czerwca 1951 r.

SOCIÉTÉ BOTANIQUE de POLOGNE

le 1 juin 1951.

I. ZARZĄD GŁÓWNY — CONSEIL D'ADMINISTRATION

Przewodniczący: prof. dr Bolesław Hryniewiecki
Zastępca Przewodniczącego: prof. dr Kazimierz Bassalik
Sekretarz Generalny: doc. dr Piotr Strebeyko
Skarbnik: prof. dr Tadeusz Gorczyński

Redaktorzy: prof. dr Kazimierz Bassalik i
doc. dr Wacław Gajewski

Bibliotekarz: prof. dr Henryk Bukowiecki

Członkowie Zarządu: dr Ludmiła Karpowiczowa
prof. dr Roman Kobendza
prof. dr Franciszek Majewski
prof. dr Bogumił Pawłowski
inż. Jakub Tomanek

Komisja Rewizyjna: prof. dr Marian Górski
dr Hanna Czeczottowa
prof. dr Józef Kochman

Zastępcy: prof. dr Michał Korczewski
prof. dr Antoni Wojtysiak

II. ZARZĄDY ODDZIAŁÓW — CONSEILS ADMINISTRATIVES LOCALS:

1. Oddział Krakowski (Section de Cracovie)
Kraków, Lubicz 46.

Przewodniczący: prof. dr Władysław Szafer
Sekretarz: prof. dr Franciszek Górski
Skarbnik: dr Olga Seidl

2. Oddział Lubelski (Section de Lublin)
Lublin, ul. Głowackiego 2.
Zakład Fizjologii Roślin U.M.C.S.

Przewodniczący: prof. dr Adam Paszewski
Sekretarz: mgr Stanisław Trzebiński
Skarbnik: dr Jan Rydzak

3. Oddział Łódzki (Section de Łódź)
Łódź ul. Narutowicza 68. Zakład Anat. i Cyt. Roślin U. Ł.
Przewodniczący: prof. dr Franciszek Skupieński
Sekretarz: mgr Eugenia Mikulska
Skarbnik: mgr Aleksandra Przełęcka

4. Oddział Poznański (Section de Poznanie)
Poznań, Sołacz, ul. Golęcińska 7A.
Przewodniczący: prof. dr Konstanty Stecki
Sekretarz: mgr-inż. Kazimierz Browicz
Skarbnik: mgr-inż. Janusz Kudelka

5. Oddział Toruński (Section de Toruń)
Toruń, ul. Sienkiewicza 30/32 Zakład Botaniki Ogólnej U.M.K.
Przewodniczący: prof. dr Jan Zabłocki
Sekretarz: doc. dr Wanda Zabłocka
Skarbnik: dr Stefan Kownas

6. Oddział Warszawski (Section de Varsovie)
Warszawa, Krakowskie Przedmieście 26/28
Zakład Fizjologii Roślin U. W.
Przwodniczący: prof. dr Kazimierz Bassalik
Sekretarz: mgr Stefania Chmielewska
Skarbnik: dr Alina Skirgiełło

7. Oddział Wrocławski (Section de Wrocław)
Wrocław, ul. Cybulskiego 30.
Przewodniczący: prof. dr Józef Mądalski
Sekretarz: doc. dr Mikołaj Kostyniuk
Skarbnik: dr Olga Kostecka-Mądalska

III. CZŁONKOWIE HONOROWI (MEMBRUS HONORAIRES)

1. Drymmer Karol († 1937).
2. Godlewski Emil (senior) († 1930).
3. Hryniewiecki Bolesław.
4. Karo Ferdynand († 1927).
5. Paczoski Józef, dr h. c. († 1942).
6. Rostafiński Józef († 1928).
7. Szymkiewicz Dezydery († 1948).
8. Wójcicki Zygmunt († 1941).
9. Szafer Władysław.

IV. CZŁONKOWIE KORESPONDENCI ZAGRANICZNI (ASSOCIÉS ÉTRANGERS)

1. Borodin Iwan Parfeniewicz, dr prof. Uniwersytetu w Leningardzie († 1930).
2. Braun-Blanquet Josias, dr prof. Montpellier.
3. Cajander Aimo Kaarlo, dr prof. Uniwersytetu w Helsinkach (†).

4. Chodat Robert, dr prof. Uniwersytetu w Genewie († 1934).
5. Dangeard Pierre, dr prof. Uniwersytetu w Paryżu.
6. Domin Karel, dr prof. em. Uniwersytetu w Pradze.
7. Flahault Charles, dr prof. Uniwersytetu w Montpellier († 1935).
8. Györffy Istvan, dr prof. em. Uniwersytetu w Szegedzie.
9. Henry Augustin, dr prof. Uniwersytetu w Dublinie († 1931).
10. Holmboe Jens, dr prof. Uniwersytetu w Oslo (†).
11. Kavina Karel, dr prof. Politechniki w Pradze.
12. Košanin Nedelyko, dr prof. Uniwersytetu w Belgradzie († 1934).
13. Kuzniecow Nikołaj, dr prof. Uniwersytetu w Leningradzie († 1932).
14. Mangin Louis Alexandre, dr prof. Muzeum Narodowego Historii Naturalnej w Paryżu († 1937).
15. Nemec Bohumil, dr prof. em. Uniwersytetu w Pradze.
16. Palmgren Alvar, dr prof. Uniwersytetu w Helsinkach.
17. Pavillard Jules Pierre Frédéric, dr prof. Uniwersytetu w Montpellier.
18. Petkoff Stefan, dr prof. Uniwersytetu w Sofii.
19. Podpera Josef, prof. Uniwersytetu w Brnie.
20. Schroeter Carl, dr prof. Politechniki w Zurichu († 1939).
21. Sernander Johan Rutger, dr prof. Uniwersytetu w Uppsali (†).
22. Sukaczew Władimir Nikołajewicz, dr prof. Instytutu Leśnego w Leningradzie.
23. Velenovsky Josef, dr prof. Uniwersytetu w Pradze († 1949).
24. Vouk Valentin, dr prof. Uniwersytetu w Zagrzebiu.

V. CZŁONKOWIE ZWYCZAJNI (MEMBRES ORDINAIRES)

1. Adamczyk Krystyna, mgr Warszawa, ul. Śniegockiej 10 m. 3. *W.*
2. Antoniewicz Janina dr Warszawa, ul. Opoczyńska 6 m. 4. *W.*
3. Bajer Andrzej dr Kraków, ul. Syrokomli 22. *K.*
4. Banach Eugenia dr Kraków, ul. Krasińskiego 22. *K.*
5. Bańkowski Czesław mgr Wrocław, ul. Pugeta 32. *Wr.*
6. Barbacki Stefan dr prof. U. P. Zakład Doświadczalnictwa Rolniczego i Biometrii Poznań, ul. Golęcińska 7. *P.*
7. Bassalik Kazimierz dr prof. U. W. Zakład Fizjologii Roślin, Warszawa, Krakowskie Przedmieście 26/28. *W.*
8. Baumanowa Janina mgr, naucz. gimn. Toruń, ul. Wiązowa 3. *T.*
9. Ber A. dr prof. Łódź, ul. Daszyńskiego 30. *Ł.*
10. Białobok Stefan dr, dyr. Instytutu Badania Drzew i Lasu, Kórnik Wlkp. *P.*
11. Białoszabska Florentyna dr adiunkt A. M. Zakład Farmakognozji, Poznań, ul. Przybyszewskiego 9. *P.*
12. Biegańska Józefa mgr, naucz. gimn. Toruń, ul. Mickiewicza 102. *T.*
13. Biele Stanisław mgr Warszawa, ul. Radzymińska 9. *W.*
14. Bielińska Maria mgr Skierniewice, Osada Pałacowa. *W*

15. Borowska Jadwiga dr Warszawa, ul. Rakowiecka 4. P. Instyt. Geolog. *W*.
16. Bocheński Tadeusz Kraków, ul. Sebastiana 16. *K*.
17. Boratyńska Wanda mgr st. asyst. Uniw. Wrocł. Wrocław, ul. Olbromska 14. *Wr*.
18. Bożko Leon mgr Warszawa, Dynasy 10 m. 3. *W*.
19. Bremówna Maria mgr Kraków, ul. Polna 21. *K*.
20. Broda B. dr Łódź, ul. Lindleya 3. *Ł*.
21. Bukowiecki Henryk dr prof. A. M. Zakład Botaniki Farmaceut. Warszawa, ul. Złota 7. *W*.
22. Burbianka Maria mgr Warszawa, ul. Dobra 15 m. 20. *W*.
23. Cabejszek Irena dr Warszawa, ul. Chocimska 24. P. Z. H. Dział Wodny. *W*.
24. Chmielewska Danuta mgr asyst. U. W. Zielonka, ul. Literacka 6. *W*.
26. Cholewińska Bronisława inż. Mory k/Warszawy, Stacja Doświadczalna. *W*.
27. Chroboczek Emil dr prof. S. G. G. W. Zakład Uprawy i Hodowli Warzyw S. G. G. W. Skierniewice, Osada Pałacowa. *W*.
28. Ciślik Władysław mgr Kraków, ul. św. Teresy 4. *K*.
29. Czarnecka Maria dr Kraków, ul Pędzichów 20 m. 8. *K*.
30. Czartkowski Adam dr prof. Łódź, ul. Lindleya 3. *Ł*.
31. Czartoryski Adam mgr-inż. asyst. U. P. Zakład Ochrony Przyrody, Poznań, ul. Śląska 6. *P*.
32. Czeczotowa Hanna dr, Warszawa, ul. Sękocińska 3 m. 9. *W*.
33. Czubiński Zygmunt doc dr zast. prof. U. P. Zakład Syst. i Geogr. Roślin, Poznań, ul. Grunwaldzka 6. *P*.
34. Dąbrowski Wacław dr prof. Zakład Mikrobiologii Przemysłu Rolnego S. G. G. W. Warszawa, ul. Rakowiecka 8. *W*.
35. Demianowicz Zofia mgr Lublin, ul. Górna 1. *L*.
36. Deryng Jakub dr prof. Zakład Farmakognozji A. M. Warszawa, ul. Złota 7. *W*.
37. Dobrowolski Jan dr prof. A. M. Zakład Botaniki i Uprawy Roślin Lekarskich, Poznań, ul. Libelta 1. *P*.
38. Dominik Tadeusz dr fil. inż. zast. prof. Uniwersytetu we Wrocławiu, Wrocław, ul. Rapackiego 10. *Wr*.
39. Duda Józef dr adiunkt U. P. Zakład Chemii Rolnej, Poznań, ul. Sołacka 61. *P*.
40. Dyakowska Jadwiga dr Kraków, ul. Kochanowskiego 19. Paleobotanika. *K*.
41. Fierich Jerzy doc. dr Kraków, ul. Batorego 21. *K*.
42. Fijałkowski Dominik mgr Zakład Systematyki i Geografii Roślin, Lublin, ul. Głowackiego 2. *L*.
43. Fiuczek Mirosław mgr adiunkt Zakładu Fizjologii Roślin U. W. Warszawa, ul. Krakowskie Przedmieście 26/28. *W*.
44. Gajewski Wacław doc. dr Ogród Botaniczny U. W. Warszawa, Al. Ujazdowskie 4. *W*.
45. Garbowski Ludwik dr prof. Bydgoszcz. P. I. N. G. W. *T*.

46. G a w ł o w s k a M a r i a mgr Kraków, ul. Kasprowicza 23. *K.*
47. G a y D e l f i n a, nauczycielka, Głosków, Poczta Gołków. *W.*
48. G o e t z e n - H a u s b r a n d t mgr asyst. Zakładu Botaniki S. G. G. W. Warszawa, ul. Rakowiecka 8. *W.*
49. G o l i ń s k a J a d w i g a dr Puławy, PINGW. *W.*
50. G o r c z y ń s k a J a d w i g a inż. asyst. Zakładu Botaniki S. G. G. W. Warszawa, ul. Rakowiecka 8. *W.*
51. G o r c z y ń s k i T a d e u s z dr prof. Zakład Botaniki S. G. G. W. Warszawa, ul. Rakowiecka 8. *W.*
52. G ó r s k i F r a n c i s z e k dr prof. Kraków, Al. Krasińskiego 14. *K.*
53. G ó r s k i M a r i a n dr prof. Zakład Chemii Rolnej S. G. G. W. Warszawa, ul. Rakowiecka 8. *W.*
54. G r o c h o w s k i J e r z y dr prof. Zakład Dendrometrii S. G. G. W. Warszawa, ul. Rakowiecka 8. *W.*
55. G r y g l o w s k i S t a n i s ł a w mgr Kraków, Al. Mickiewicza 21 *K.*
56. G r z e s i u k S t a n i s ł a w mgr Zakład Fizjologii Roślin, Lublin, ul. Głowackiego 2. *L.*
57. G u m i ń s k i S t e f a n dr adiunkt Uniwersytetu we Wrocławiu, ul. Rapackiego 10. *Wr.*
58. G u m i ń s k a Z o f i a inż. st. asyst. Uniw. Wrocł. Wrocław, ul. Rapackiego 10. *Wr.*
59. H r y n i e w i e c k i B o l e s ł a w dr prof. Zakład Systematyki i Geografii Roślin U. W. Warszawa, Al. Ujazdowskie 4. *W.*
60. H a l i c z B. dr Łódź, Al. Kościuszki 97 m. 14. *Ł.*
61. H i r ż b e r g o w a W. dr, Łódź, ul. Mostowa 32 a *Ł.*
61. J a k u b o w s k a J. inż., Łódź, ul. Narutowicza 95. *Ł.*
63. J a n i c k a Z o f i a, dr, Kraków, ul. Krupnicza 16. *K.*
64. J a n o w s k i B r o n i s ł a w, dr inż., prof. zwycz. Uniwersytetu we Wrocławiu, Wrocław ul. Marcinkowskiego 10. *Wr.*
65. J a r m o l i ń s k a - A d a m c z e w s k a H a l i n a, mgr, Warszawa, ul. Górskiego 7. *W.*
66. K a l i n o w s k a L e o n i a, mgr, Mińsk Mazowiecki, ul. Mostowa 31 m. 2. *W.*
67. K a n i e w s k i K a r o l, dr, adiunkt Zakładu Botaniki S. G. G. W., Warszawa, ul. Rakowiecka 8. *W.*
68. K a l i n o w s k a Z o f i a, prof. dr, Lublin, Plac Stalina 5. Dziekanat Farmacji. *L.*
69. K a p u ś c i ń s k i W ł a d y s ł a w, mgr, Brwinów. *W.*
70. K a r p o w i c z o w a L u d m i ł a, dr, adiunkt Ogrodu Botanicznego, Warszawa, Al. Ujazdowskie 4. (ul. Wilcza 13 m. 22). *W.*
71. K a r p o w i c z ó w n a W a n d a, dr, Warszawa, ul. Mochnackiego 17 m. 17. *W.*
72. K l e i s t K a t a r z y n a, dr, Warszawa, ul. Wawelska 46. Gimn. im. Słowackiego. *W.*
73. K o b e n d z a R o m a n, dr prof., Zakład Botaniki Leśnej i Dendrologii S. G. G. W., Warszawa, ul. Rakowiecka 8. *W.*
74. K o c h m a n J ó z e f, dr prof., Zakład Fitopatologii S. G. G. W., Warszawa, ul. Rakowiecka 8. *W.*

75. Koczwara Marian, dr prof., Kraków, Podwale 3 m. 7. *K.*
76. Korczewski Michał, dr prof., Zakład Fizjologii Roślin S. G. G. W., Warszawa, ul. Rakowiecka 8. *W.*
77. Kornaś Jan, dr, Kraków, ul. Olszyny 6. *K.*
78. Kornasiowa Anna, dr, Kraków, ul. Olszyny 6. *K.*
79. Korohoda Jerzy, dr, Kraków, ul. Lubicz 36/38. *K.*
80. Kostecka-Mądalska Olga, dr, adiunkt Akademii Lekarskiej we Wrocławiu, Wrocław, ul. Kochanowskiego 10. *Wr.*
81. Kostrakiewicz Kazimierz, dr, Kraków, ul. Marchlewskiego 29. *K.*
82. Kostyniuk Mikołaj, doc. dr, zast. prof. Uniw. Wrocł., Wrocław, Oporów, ul. Kołłątaja 31. *Wr.*
83. Kościelny Stanisław, dr, adiunkt U. P. Zakład Botaniki Ogólnej Wydz. Rolniczego, Poznań, ul. Łukasiewicza 23. *P.*
84. Koter Mieczysław, dr, Olsztyn, Ak. Roln.
85. Kowalska Maria, mgr, Lublin, ul. Głowackiego 2. Zakład Systematyki i Geografii Roślin. *L.*
86. Kownas Stefan, mgr, st. asyst. U. M. K., Toruń, ul. Wysoka 6 m. 2. *T.*
87. Kovats Jan, dr, dyrektor „Butanolu“, Racibórz, cukrownia. *Wr.*
88. Kozłowska Aniela dr. prof., Kraków, ul. Racławicka 30. *K.*
89. Kozłowska Maria, dr, Kraków, Al. 29 Listopada 48. *K.*
90. Krankowska Barbara, mgr, Zakład Botaniki Rolnej, Lublin, ul. Króla Leszczyńskiego 9. *L.*
91. Król Stefan, mgr inż., asyst. Zakładu Urządzania Lasu S. G. G. W., Warszawa, ul. Rakowiecka 8. *W.*
92. Krzemieniewska Helena, dr, prof. zw. Uniw. Wrocł., Wrocław, ul. Rozbrat 3. *Wr.*
93. Krzysik Franciszek, dr prof., Zakład Technologii Mechanicznej Drewna S. G. G. W., Warszawa, ul. Rakowiecka 8. *W.*
94. Krzysztofowicz Janina, dr, Skierniewice, Osada Pałacowa, *W.*
95. Kulczyńska Wanda, Kraków, ul. Sarego 18 m. 5. *K.*
96. Kulczyński Stanisław, dr, prof. zw. Uniwersytetu we Wrocławiu, Wrocław, Al. Kasprowicza 17. *Wr.*
97. Kuranzowa Zofia, mgr, Zakład Botaniki Ogólnej, Lubiln, ul. Głowackiego 2. *L.*
98. Kurtzówna Wanda, mgr, Chyliczki pod Warszawą, willa nr 1. P-ta Piaseczno. *W.*
99. Lekczyńska Jadwiga, dr, dyrektor Inst. Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Warszawa, ul. Górskiego 7. *W.*
100. Leńczewski Jan, mgr, Toruń, ul. Bydgoska 10. *T.*
101. Lipska Irena, dr, kier. Pracowni Bakteriofag. Miejskiego Instytutu Higieny, Warszawa, ul. Nowogrodzka 82. *W.*
102. Lityński Marian, dr nauk roln., inż. doc., zast. prof. Uniw. we Wrocławiu, Wrocław, ul. Cybulskiego 30. *Wr.*
103. Lityński Tadeusz, dr prof., Kraków, ul. Sobieskiego 5. *K.*

104. Lublinerówna Karolina, dr, asyst. Politechniki w Gdańsku. W.
105. Lichterowa Anna, dr, Kraków, ul. Kazimierza Wielkiego 89. K.
106. Ludera Franciszek, dr, Katowice, ul. Mickiewicza 11. K.
107. Łastowski Wacław, inż., prof. U. P. Zakład Szczegółowej Uprawy Roślin, Poznań, ul. Golęcińska 7. P.
108. Łączyńska-Hulewicz Teresa dr, adiunkt U. P., Zakład Doświadczalnictwa Rol. i Biometrii, Poznań, ul. Mazowiecka 49. P.
109. Łucka Maria, dr, Kraków, ul. Pędzichów 11. K.
110. Łukaszewska Irena, mgr, Katowice, ul. Warszawska 57 m. 14. Wr.
111. Macko Stefan, dr, prof. Uniw. we Wrocławiu, Wrocław, ul. Gierymskiego 43. Wr.
112. Madaliński H. dr, Łódź, ul. 22 Lipca 22 m. 21. Ł.
113. Majewska Włodzimiera, dr, adiunkt Zakładu Uprawy i Nawożenia Roli S. G. G. W., Warszawa, ul. Rakowiecka 8. W.
114. Majewski Franciszek, dr prof., Zakład Uprawy i Nawożenia Roli S. G. G. W., Warszawa, ul. Rakowiecka 8. W.
115. Makólski Jan, inż., asyst. Zakładu Fitopatologii S. G. G. W., Warszawa, ul. Rakowiecka 8. W.
116. Makowiecki Stanisław, inż., Zakład Botaniki Ogólnej, Lublin, ul. Głowackiego 2. L.
117. Malesa Marian, mgr, asyst. Zakładu Fizjologii Roślin U. W., Warszawa, ul. Krakowskie Przedmieście 26/28. W.
118. Malinowski Edmund, dr prof., Zakład Genetyki i Hodowli Roślin S. G. G. W., Skierniewice, Osada Pałacowa. W.
119. Mąślankiewicz Zofia, dr, Kraków, ul. Czysta 12. K.
120. Matusiak Kazimierz, dr, Kraków, ul. Krowoderska 13. K.
121. Matuszkiewicz Władysław, doc. dr, Zakład Botaniki Rolnej, Lublin, ul. Króla Leszczyńskiego 9. L.
122. Matuszkiewicz Aniela, inż., Zakład Botaniki Rolnej, Lublin, ul. Króla Leszczyńskiego 9. L.
123. Maksimow Aleksander, dr prof., Zakład Torfoznawstwa S. G. G. W., Warszawa, ul. Rakowiecka 8. W.
124. Mądalski Józef, doc. dr, zast. prof. Akademii Lekarskiej we Wrocławiu, Wrocław, ul. Kochanowskiego 10. Wr.
125. Michalski Andrzej, mgr, Bydgoszcz, PINGW, Plac Weyssenhoffa 11. T.
126. Michalski Karol, mgr, Solec Kujawski, ul. Toruńska 7. PINGW. T.
127. Michniewicz Marian, mgr, Zakład Fizjologii Roślin, Lublin, ul. Głowackiego 2. L.
128. Miczyński Kazimierz, dr prof., Kraków, ul. Łobzowska 61. K.
129. Mirska Alfreda, dr, Nowy Targ, ul. Chowaniec 59. K.
130. Moldenhawer Konstanty, dr prof., Zakład Genetyki i Hodowli Roślin, Poznań, ul. Śląska 2a. P.
131. Mossakowska Maria, mgr, Warszawa, ul. Białostocka 37 m. 50. W.

132. Motyka Józef, dr prof., Zakład Syst. i Geografii Roślin, Lublin, ul. Głowackiego 2. *L.*
133. Mowszowicz Jakub, dr prof., Łódź, ul. Nowotki 18. *Ł.*
134. Moycho Wacław, dr, prof. Uniw. Łódzkiego, Zakład Fizjologii Roślin i Mikrob., Łódź, ul. Magistracka 30. *Ł.*
135. Muszyński Jan, dr, prof. Uniw. Łódzkiego, Zakład Farmakognozji i Upr. Roślin, Łódź, ul. Biegańskiego 10. *Ł.*
136. Muzeum Tatrzańskie, Zakopane. *K.*
137. Niekraszówna Anna, mgr., st. asyst. U. M. K. Toruń, ul. Żeglarska 15. *T.*
138. Niklewski Bronisław, dr prof., Poznań, ul. Mazowiecka 45. *P.*
139. Nowiński Marian, dr adiunkt, Państw. Instytut Naukowy Leczniczych Surowców Roślinnych, Poznań, ul. Libelta 3. *P.*
140. Noyszewski Józef, inż., asyst. Zakładu Urządzania Lasu S. G. G. W., Warszawa, ul. Rakowiecka 8. *W.*
141. Ołtuszewski Wacław, dr, adiunkt U. P., Zakład Biologii, Poznań, ul. Fredry 10. *P.*
142. Ostrowski Jan, mgr, Warszawa, ul. Lenartowicza 1 m. 2 *W.*
143. Ośrodek Dydaktyczno-nauk. Biologii, Wydział Oświaty, Lublin, ul. 3-go Maja. *L.*
144. Panek Józef, adiunkt Uniw. we Wrocławiu, Wrocław, ul. Zielony Dąb 2 m. 25. *Wr.*
145. Pasendorferowa Stanisława, mgr, Toruń, ul. Mickiewicza 7. *T.*
146. Paszewski Adam, dr, prof. Uniw. im. M. C. Skłod., Lublin, Zakład Fizjologii Roślin, Lublin, ul. Głowackiego 2. *L.*
147. Paszewska Zofia, mgr, Lublin, ul. Godebskiego 6. *L.*
148. Pawłowska Stanisława, mgr, Kraków, ul. Łobzowska 59. *K.*
149. Pawłowski Bogumił, dr prof., Kraków, ul. Łobzowska 59. *K.*
150. Pieniążek Szczepan, dr prof. Zakład Sadownictwa S. G. G. W., Skierniewice, Osada Pałacowa. *W.*
151. Pietkiewicz Tadeusz, dr, Instyt. Ochr. Rośl. Warszawa, ul. Kopernika 34. *W.*
152. Pietruszczyński Zygmunt, prof. Uniw. Pozn., Zakład Uprawy Roli i Roślin, Poznań, ul. Podlaska 2. *P.*
153. Pijanowski Eugeniusz, dr prof., Zakład Technologii Żywności S. G. G. W., Warszawa, ul. Rakowiecka 8. *W.*
154. Piotrowska Regina, mgr, Warszawa, II Miejskie Gimnazjum, ul. Młynarska. *W.*
155. Pokorna Jadwiga, mgr, Warszawa, Al. Niepodległości 145 m. 23. *W.*
156. Polakowska Maria, mgr, Zakład Botaniki Farmaceut., Lublin, ul. Głowackiego 2. *L.*
157. Poluszyńska Janina, dr, Kierownik Ośrodka Nauk.-Metodyczn. przy Wydz. Oświaty Prezydium Wojew. Rady Narod. we Wrocławiu, Wrocław, ul. Rodakowskiego 19. *Wr.*
158. Przybyłkiewicz Zdzisław, doc. dr, Kraków, Wola Justowska, Zakłady P. Z. H. *K.*

159. Radomski Jan, mgr, naucz. liceum we Wrocławiu, Wrocław, ul. Rozbrat 10. *Wr*
160. Radwańska-Paryska Zofia, dr, Zakopane—Antałówka 10. „Śmigło" *K.*
161. Rejment-Grochowska Irena, dr, adiunkt Zakładu Syst. i Geogr. Roślin U. W., Warszawa, Al. Ujazdowskie 4. *W.*
162. Rembielińska R. dr prof., Łódź, ul. Lindleya 3. *Ł.*
163. Rewieński Leon, dr, Zakład Botaniki Ogólnej, Lublin, ul. Głowackiego 2. *L.*
164. Rojecka Nadzieja, mgr, Puławy — PINGW. *W.*
165. Rozwadowski Zbigniew, inż., Toruń, ul. Mickiewicza 9. *T.*
166. Ruebenbauer Tadeusz, dr nauk roln., inż, prof. nadzw. Uniwersytetu Wrocł., Wrocław, ul. Cybulskiego 30. *Wr.*
167. Rumkówna Anna, dr, Gdynia, Al. Zjednoczenia 1, Morskie Laboratorium Rybackie. *W.*
168. Rutkowska-Sokołowska Irena, mgr., Warszawa, ul. Szczęśliwicka 125. *W.*
169. Rybicki Marian, mgr, adiunkt U. W., Warszawa, ul. Wita Stwosza 25 m. 8. *W.*
170. Rydzak Jan, dr, Zakład Systematyki i Geografii Rośiln, Lublin, Głowackiego 2. *L.*
171. Rylska Teresa, dr, Warszawa, Aleja na Skarpie 17 m. 8. *W.*
172. Ryzner Jan, Toruń, ul. Św. Józefa 23. *T.*
173. Seidl Olga, dr, Kraków, ul. Potockiego 3 m. 7. *K.*
174. Siemińska Jadwiga, dr, Kraków, ul. Zyblikiewicza 5. *K.*
175. Sienicka Antonina, dr, adiunkt U. M. K., Toruń, ul. Klonowicza 433. *T.*
176. Siwicka-Tarwidowa Helena, mgr, Warszawa, ul. Uniwersytecka 5 m. 8. *W.*
177. Skalińska Maria, dr prof., Kraków, ul. św. Jana 20. *K.*
178. Skirgiełło Alina, dr, adiunkt Zakładu Syst. i Geografii Roślin U. W., Warszawa, Al. Ujazdowskie 4. *W.*
179. Skupieński Franciszek, dr, prof. Uniw. Łódzkiego, Łódź, ul. Kościuszki 52 m. 7. *Ł.*
180. Sławiński Witold, dr, prof. Polit. Warsz. i Akademii Med. w Białymstoku, Warszawa, ul. Nowowiejska 22 m. 31. *W.*
181. Sobolewska Maria, dr, Kraków, ul. Sobieskiego 3. *K.*
182. Sołtys Jan, dr, Kraków, Al. Pod Kopcem 26. *K.*
183. Soo R. dr prof., Debrecen, (Węgry), Uniwersytet. *K.*
184. Starmach Karol, dr, Kraków, ul. Łobzowska 45. *K.*
185. Starzyński Kazimierz, inż., asyst. Zakładu Chemii Rolnej S. G. G. W., Warszawa, ul. Rakowiecka 8. *W.*
186. Stecki Konstanty, dr, prof. U. P. Zakład Botaniki Ogólnej Wydz. Rolniczego, Poznań, ul. Golęcińska 7c. *P.*
187. Strankowska Halina, mgr, asyst. Zakładu Botaniki S. G. G. W., Warszawa, ul. Rakowiecka 8. *W.*
188. Strebeyko Piotr, dr. doc. U. W., Warszawa, Al. 3-go Maja 5 m. 7. *W.*

189. Szafer Władysław, dr, prof. Uniw. Jagiell. Kraków, ul. Lubicz 46. *K*.
190. Szyczewska Janina, mgr, Zakład Botaniki Rolnej, Lublin, ul. Króla Leszczyńskiego 9. *L*.
191. Jentys-Szaferowa Janina dr, Kraków, ul. Kopernika 27. *K*.
192. Szafranówna Helena dr, adiunkt U. P., Zakład Ochrony Przyrody, Poznań, ul. Listopadowa 2. *P*.
193. Szafran Bronisław, dr, doc., Kraków, ul. Kopernika 27. *K*.
194. Szuleta Józef, dr, ks., z-ca prof. Zakład Anatomii i Cytologii Roślin U. W., Warszawa, Krakowskie Przedm. 26/28. *W*.
195. Szynal Tadeusz, dr, Zakład Botaniki Farmaceut., Lublin, ul. Głowackiego 2. *L*.
196. Ślaski Jan, dr prof., Kraków, Al. Krasińskiego 28. *K*.
197. Środoń Andrzej, dr, Kraków, ul. Bolesława Chrobrego 18. *K*.
198. Środoniowa Maria, mgr, Kraków, ul. Bolesława Chrobrego 18. *K*.
199. Świętochowski Bolesław, dr inż, prof. zw. Uniw. Wrocławskiego, Wrocław, ul. Rodakowskiego 7. *Wr*.
200. Świtalska-Zanowa Maria, mgr, Pyry k/Warszawy, ul. Ludwinowska 3. *W*.
201. Teleżyński Henryk, dr, zast. prof. Uniw. Wrocławskiego, Wrocław, ul. Szczytnicka 28 m. 2. *Wr*.
202. Tołpa Stanisław, dr, prof. nadzw. Uniw. Wrocławskiego, Wrocław, ul. Rozbrat 7. *Wr*.
203. Tomanek Jakub, inż., adiunkt Zakładu Botaniki S. G. G. W., Warszawa, ul. Rakowiecka 8. *W*.
204. Trela Jan, dr, Kraków, ul. Fałata 11. *K*.
205. Trojanowski Jerzy, mgr, Zakład Fizjologii Roślin, Lublin, Głowackiego 2. *L*.
206. Truszkowski Jan mgr, Rzeszów, Gimnazjum.
207. Truszkowska Wanda, dr, adiunkt Uniw. Wrocławskiego, Wrocław, ul. Cybulskiego 30. *Wr*.
208. Trzebiński Stanisław, Lublin, Al. Racławickie 16 m. 3. *L*.
209. Turowska Irena, dr, doc, Kraków, ul. Krupnicza 16. *K*.
210. Tymrakiewicz Włodzimierz, dr, adiunkt Uniw. Wrocławskiego, Wrocław Oporów, ul. Kołłątaja 31. *Wr*.
211. Tyszkiewicz Janina, dr, Anin k/Warszawy, ul. III-cia Poprzeczna 3. *W*.
212. Walas Jan, dr, prof. U. M. K., Toruń, ul. Sienkiewicza 30/32. *T*.
213. Wałek-Czarnecka Anna, dr, adiunkt Uniw. Łódzkiego, Łódź, ul. Piotrkowska 228 m. 3. *Ł*.
214. Warakomska Zofia, mgr, Zakład Botaniki Rolnej, Lublin, ul. Króla Leszczyńskiego 9. *L*.
215. Waśniewski Stanisław, dr, prof. Uniw. im. M. C. Skłod., Zakład Uprawy Łąk, Lublin, Plac Stalina 3. *L*.
216. Wcisło Helena, dr, Bieżanów k/Krakowa 334. *K*.
217. Wiadrowski Adam, dr, Toruń, ul. Fałata 22. *T*.

218. W i e r s z y ł o w s k i J e r z y, dr, kierownik Zakładu Sadownictwa U. P., Poznań, ul. Dąbrowskiego 159. *P.*
219. W i l c z y ń s k i J a n, dr, prof. U. M. K., Toruń, ul. Sienkiewicza 30/32. *T.*
220. W i l c z y ń s k a K a z i m i e r a, dr, Toruń—Rybaki 55 m. 4. *T.*
221. W i ś n i e w s k i P i o t r, dr, prof. Uniw. im. M. C. Skłod. Zakład Botaniki Ogólnej, Lublin, ul. Głowackiego 2. *L.*
222. W o j c i e c h o w s k i J a n, dr, zast. prof. U. P. Zakład Fizjologii Roślin, Poznań, ul. Podlaska 25. *P.*
223. W o j t y s i a k A n t o n i, dr prof., Zakład Szczegółowej Uprawy Roślin Uniw. Wrocławskiego, Worcław, ul. Bartla 6. *Wr.*
224. W ó j c i c k a - O l c z a k M i c h a l i n a, mgr, kier. Szkoły, Siedlce, ul. Łukasińskiego 48. *W.*
225. W o l s k i T. dr prof., Łódź, ul. Narutowicza 68. *Ł.*
226. W o l s k i P., dr, Łódź, ul. Piotrkowska 35 m. 20. *Ł.*
227. W o ł o s z y ń s k a J a d w i g a, dr, prof. Uniw. Jagiell., Kraków, ul. Krupnicza 16. *K.*
228. W r ó b l ó w n a W a n d a, dr, Kraków, ul. Filarecka 16 m. 10. *K.*
229 W y s o c k a - B u j a l s k a H a n n a, mgr, Warszawa—Bielany, ul. Szregera 18. *W.*
230. Z a b ł o c k i J a n, dr, prof. U. M. K., Toruń, ul. Sienkiewicza 30/32. *T.*
231. Z a b ł o c k a W a n d a, dr, doc. U. M. K., Toruń, ul. Sienkiewicza 30/32. *T.*
232. Z a k ł a d B o t a n i k i F a r m a c e u t y c z n e j Polit. Gdańskiej, Gdańsk—Wrzeszcz, ul. Roosevelta 107. *T.*
233. Z a k ł a d B o t a n i k i O g ó l n e j, Toruń, ul. Sienkiewicza 30/32. *T.*
234. Z a k ł a d B o t a n i k i S y s t e m a t., Toruń, ul. Sienkiewicza 30/32. *T.*
235. Z a l e s k i K a r o l, dr, prof. U. P. Zakład Chorób Roślin, Poznań, ul. Śląska 5. *P.*
236. Z a l e w s k a Z o f i a, dr, Boernerowo k/Warszawy, ul. P.O.W. 30. *W.*
237. Z i e l i ń s k i R o m a n, dr, zast. prof., Zakład Użytkowania Lasu S. G. G. W., Warszawa, ul. Rakowiecka 8. *W.*
238. Z i o b r o w s k i S t e f a n, dr, prof., Kraków, Plac Szczepański 2. *K.*
239. Z u b J a n, mgr, adiunkt Uniw. Wrocławskiego, Wrocław, Pl. Engelsa 5. *Wr.*
240. Z u r z y c k a A l i c j a, dr, Kraków, ul. Staszica 4. *K.*
241. Z u r z y c k i J a n, dr, Kraków, ul. Staszica 4. *K.*

VI. CZŁONKOWIE NADZWYCZAJNI (MEMBRES EXTRAORDINAIRES)

1. A d a m c z y k I r e n a, asyst. Państw. Instyt. Nauk. Leczniczych Surowców Roślinnych, Poznań, ul. Skarba 15. *P.*
2. A d a m s k a H a l i n a, stud. naucz. gimn., Toruń, ul. Wyspiańskiego 11. *T.*
3. A n i k i e j ó w n a C z e s ł a w a, stud. zast. pomoc. sił. nauk., Toruń, ul. Mickiewicza 79. *T.*
4. A r t S t a n i s ł a w, mgr, st. asyst. Uniw. Wrocławskiego, Wrocław, ul. Chemiczna 5 m. 7. *Wr.*

5. Augustynowicz Jan, mgr., asyst. Uniw. Wrocławskiego, Wrocław, ul. Sienkiewicza 38 m. 2. *Wr.*
6. Badura Lesław, asyst. Uniw. Wroc., Wrocław, ul. Karłowicza 5. *Wr.*
7. Barbacka Krystyna, mgr-inż., Poznań, ul. Mazowiecka 53. *P.*
8. Bąkiewicz Danuta, asyst. Muzeum Przyrodnicze, Poznań, ul. Zwierzyniecka 19. *P.*
9. Bednarek Maria, inż., Kraków, ul. Kazimierza Wielkiego 45. *K.*
10. Bejnarowicz Euzebia, stud. U. W., Warszawa, ul. Zgoda 4 m. 15. *W.*
11. Berezówna Halina, stud. U. W., Warszawa, ul. Mokotowska 45. *W.*
12. Bitner Krzysztof, stud. U. W., Warszawa, ul. C. Śniegockiej 10 m. 12. *W.*
13. Błaszczyk Henryk, mgr, Kraków, ul. Lubicz 46. *K.*
14. Błaszczyk Kazimiera, mgr, Kraków, ul. Lubicz 46. *K.*
15. Błotnicka Krystyna, inż., Warszawa, ul. Noakowskiego 12 m. 55. *W.*
16. Bocheńska Irena, mgr, asyst. A. M., Zakład Botaniki i Uprawy Roślin Lekarskich, Poznań, ul. Półwiejska 33. *P.*
17. Bogajewska Bronisława, mgr, asyst. Państw. Instyt. Nauk. Leczniczych Surowców Roślinnych, ul. Dąbrowskiego 4. *P.*
18. Bogucka Jadwiga, mgr, Warszawa, ul. Odyńca 19 m. 8. *W.*
19. Bojarski Tadeusz, mgr, asyst. Zakładu Fizjologii Roślin U. W., Warszawa, Krakowskie Przedmieście 26/28 (ul. Noakowskiego 10 m. 55.) *W.*
20. Bortkiewicz A. Głowno, ul. Łowicka 70.
21. Browicz Kazimierz, mgr, inż., asyst. U. P., Zakład Botaniki Leśnej, Poznań, ul. Prusa 15. *P.*
22. Brzęk Janina, mgr, Zakład Zoologii Ogólnej, Lublin, ul. Głowackiego 2. *L.*
23. Brzywczy Lucyna, asyst. Zakładu Anatomii i Cytologii Roślin U. W., Warszawa, Krak.-Przedm. 26/28 (Nowe Górce, ul. ks. Janusza 1). *W.*
24. Bugała Władysław, mgr, inż., asyst. Instytutu Badania Drzew i Lasu, Kórnik Wlkp. *P.*
25. Bulanda Maria, dr, Kraków, ul. Norwida 8. *K.*
26. Chrzanowski Jerzy, inż., Warszawa, ul. Mokotowska 46 m. 6 *W.*
27. Chrząszczewska-Kiersztejn Halina, stud. U. W., Warszawa-Żoliborz, ul. Cieszkowskiego 3 m. 3. *W.*
28. Chwastkówna Maria, stud. S. G. G. W., Warszawa, ul. Wileńska 5 m. 12. *W.*
29. Cichowska Hanna, stud. U. W., Warszawa, ul. Noakowskiego 16 m. 14. *W.*
30. Cieszkowska W., Piotrków Trybunalski, ul. Słowackiego 35, m. 5. *Ł.*
31. Ciświcka Marta, stud. U. W., Warszawa, ul. Hoené-Wrońskiego 5. *W.*
32. Czermińska Zofia, stud. U. W., Warszawa, ul. Rakowiecka 4. P.I.G. *W.*

33. Czerwiński Witold, asyst. Uniw. Wrocławskiego, Wrocław, Pl. Grunwaldzki 84 m. 9. *Wr.*
34. Czerwoniec Zofia, mgr, st. asyst. Uniw. Wrocł., Wrocław, ul. Kanonia 6 m. 8. *Wr.*
35. Czosnowski Jerzy, dr, zast. prof. U. P., Zakład Botaniki Ogólnej Wydz. Mat.-Przyr., Poznań, ul. Święcickiego 4. *P.*
36. Dąbrowski Mieczysław, Zakład Syst. i Geografii Roślin, Lublin, ul. Głowackiego 2. *L.*
37. Depowska-Kurowska Irena, stud. U. W., Poznań, Grudzieniec 26a. *P.*
38. Dobrzańska Jadwiga, mgr, Kraków, ul. Starowiślna 38. *K.*
39. Doktorowicz-Hrebnicka Julia, inż., Warszawa, ul. Rakowiecka 4. P.I.G. *W.*
40. Domaniewska Irena, naucz., Warszawa, ul. Piękna 16 m. 20. *W.*
41. Durlakowa Irena, mgr, Wrocław, ul. Pankiewicza 21. *Wr.*
42. Dwornikowa C., Łódź, ul. Łączna 179 m. 7. *Ł.*
43. Dyner Eugenia, stud. U. W., Warszawa, ul. Bartoszewicza 3 m. 10. *W.*
44. Ermich Karol, inż., Kraków, ul. Słowackiego 58. *K.*
45. Fabijanowski Jerzy, inż., Kraków, ul. Grudzińskiego 9. *K.*
46. Fabiszewska Irena, asyst. Zakładu Anat. i Cytologii Roślin U. W., Warszawa, Krak. Przedm. 26/28 (ul. Kopernika 32 m. 5). *K.*
47. Fagasiewicz L. Łódź, ul. Piękna 70. *Ł.*
48. Faworska Halina, inż., Kisielin Stary pow. Zielona Góra, wieś Kisielin Nowy 3.
49. Fedorowska Barbara, mgr., Warszawa, ul. Hoża 66 m. 35. *W.*
50. Filipek Marian, asyst. U. P., Zakład Botaniki Ogólnej Wydz. Rolniczego, Poznań, ul. Golęcińska 7b. *P.*
50. Filipiszynowa Maria, mgr, asyst. U. P., Ogród Botaniczny, Poznań, ul. Grunwaldzka 6. *P.*
52. Flotyńska Janina, mgr., asyst., Muzeum Przyrodnicze, Poznań, Mickiewicza 5. *P.*
53. Frączkowska Karola, absolwentka U. M. K., Chełmno. *T.*
54. Frydman Ita, mgr, st. asyst. Uniw. Wrocł., Wrocław, ul. Daszyńskiego 13. *Wr.*
55. Fucik Wanda, stud. Uniw. Wrocł., Wrocław, ul. Pankiewicza 26. *Wr.*
56. Furdyna Ludwik, mgr-inż., asyst. U. P., Zakład Botaniki Ogólnej Wydz. Rolniczego, Poznań, ul. Golęcińska 7c. *P.*
57. Gertig Henryk, asyst. A. M., Zakład Botaniki i Uprawy Roślin Lekarskich, Poznań, ul. Strzelecka 43a. *P.*
58. Giebelówna Zofia, stud. U. P., Poznań, ul. Pamiątkowa 9. *P.*
59. Giec Janina, mgr, adiunkt Państw. Instyt. Nauk. Leczniczych Surowców Roślinnych, Plewiska pod Poznaniem. *P.*
60. Glanc Kazimierz, asyst. U. P., Zakład Botaniki Ogólnej Wydz. Rolniczego, Poznań, ul. Kaplińskich 10. *P.*
61. Głębikówna D., mgr, Łódź, ul. Daszyńskiego 51. *Ł.*
62. Gniazdowska Jadwiga, mgr, Warszawa, ul. Słowackiego 38 m. 46. *W.*

63. Gołowin Seweryn, asyst. Uniw. Wrocł., Wrocław, ul. Malarska 26 m. 4. *Wr.*
64. Gondek Józef, inż., Kraków, ul. Starowiślna 95. *K.*
65. Górska Krystyna, asyst. Uniw. Wrocław, Pankiewicza 26. *Wr.*
66. Górska Jadwiga, stud. zast. sił. nauk. Toruń, ul. Mickiewicza 79. *T.*
67. Górska Maria, mgr, Warszawa, ul. Wiślana 2. *W.*
68. Górzyńska Jadwiga, mgr, Włochy p. Warszawą, ul. Szopena 8. *W.*
69. Grabicka Felicja, mgr, Instytut Geolog. Warszawa, ul. Rakowiecka 4. *W.*
70. Grudzińska Maria, zast. mł. asyst. U.M.K. Toruń, ul. Konopnickiej 27 m. 5. *T.*
71. Gruszka Maria, stud. Uniw. Wrocł. Wrocław, Grabiszynek *Wr.*
72. Halwek Halina, stud. U. W. Warszawa, ul. Żeromskiego 16/20 m. 7. *W.*
73. Hejmanowa Irena, mgr, Rawa Mazowiecka, Zamkowa Wola 22. *W.*
74. Hejnowicz Zygmunt, asyst. Uniw. Wrocł. Wrocław, ul. Maliszewskiego 2 m. 16. *Wr.*
75. Hołowina Irena zast. asyst., Toruń, ul. Wyspiańskiego 14. *T.*
76. Horbaczewski Bohdan, stud. U.M.K., Toruń, ul. Łąkowa 3. *T.*
77. Hummel Anna, stud. U. W., Warszawa, ul. Zawiszy 40 m. 45. *W.*
78. Jabczyńska Aleksandra, stud. Toruń, ul. Bydgoska 54. *T.*
79. Janicka Maria, naucz. Sokółka (woj. Białostockie) Państw. Gimnazjum i Lic. *W.*
80. Jankun Aleksander, Kraków, ul. Garncarska 14. *K.*
81. Janotówna Ludmiła, mgr, asyst. U.W., Warszawa, ul. Kaniowska 26 m. 1. *W.*
82. Jarmołowicz Aleksander, stud, Toruń, ul. Zjednoczenia 34 m. 2. *T.*
83. Jasnowska Janina, mgr asyst. Uniw. Wrocł. Wrocław, ul. Rozbrat 7. *Wr.*
84. Jasnowski Mieczysław, mgr asyst. Uniw. Wrocł., Wrocław, ul. Rozbrat 7. *Wr.*
85. Jastrzębska Władysława, inż. adiunkt Zakładu Kwiaciarstwa S.G.G.W., Warszawa, ul. Rakowiecka 8. *W.*
86. Jeske Grzegorz mgr-inż. asyst. U.P. Zakład Zoologii I. Poznań, ul. Rokossowskiego 114a. *P.*
87. Kaczmarek Andrzej, stud., Toruń, ul. Wyspiańskiego 23. *T.*
88. Kadej Tadeusz, asyst. Uniw. Wrocł., Wrocław, ul. Kuźnicza 29a m. 7. *Wr.*
89. Kadlubowska J., Łódź, ul. Nowotki 18. *Ł.*
90. Kaefermuller Maria, mgr asyst. U. P. Zakład Zoologii I. Poznań, ul. Rokossowskiego 114a. *P.*

91. Kajderowicz-Jarosińska Danuta, mgr Kraków, ul. Stradom 5 m. 8. *K.*
92. Kajowa Irena, mgr, Poznań, ul. Pomorska 6.
93. Kalata-Stasiakowa, mgr, Państw. Liceum Teatralne.
94. Kasprzykówna Zofia, mgr-inż., Warszawa, ul. Kwiatowa 2—8. *W.*
95. Katulska Cecylia, mgr adiunkt U.P. Zakład Sadownictwa, Poznań, ul. Poznańska 56. *P.*
96. Kąkolówna Helena, mgr, Sulejówek, Sienkiewicza 2. *W.*
97. Kędzierska-Dytkowska Otylia, mgr, Warszawa, ul. Polna 46 m. 16. *W.*
98. Keppel Wanda dr adiunkt U.P. Zakład Szczegółowej Uprawy Roślin, Poznań, ul. Gołęcińska 7. *P.*
99. Kępczyński Klemens, mł. asyst., Toruń, ul. Moniuszki 9. *T.*
100 Kierska Urszula, stud. U.P. Poznań, ul. Jackowskiego 32. *P.*
101. Klarkowski Witold, stud. U. W., Warszawa, ul. Rakowiecka 4. P.I.G. *W.*
102. Kleszczyński Bogusław, inż. Kraków, ul. Pijarska 1. *K.*
103. Klużek Aniela, mgr, Kraków, ul. Kordeckiego 5. *K.*
104. Kobryń Helena, stud. Uniw. Wrocł., Wrocław, Pl. Grunwaldzki 106 m. 131. *Wr.*
105. Kołodyńska O., Łódź, ul. Narutowicza 107 m. 1. *Ł.*
106. Kołodziejczyk-Panek Barbara Warszawa, ul. Akademicka 3. *W.*
107. Korczyńska Ewa mgr, Kórnik pod Poznaniem, Zakłady Kórnickie. *P.*
108. Kortówna Janina, mgr Kraków, ul. Kremerowska 8 m. 8. *K.*
109. Kotkowski Z. Piotrków Trybunalski, ul. Słowackiego 35 m. 5. *Ł.*
110. Kotowicz-Dziewolska Irena, mgr, Warszawa, ul. Filtrowa 68 m. 49. *W.*
111. Kowal Tadeusz, mgr asyst. Akademii Lekarskiej we Wrocławiu, Wrocław, ul. Prałacka 8 m 17. *Wr.*
112. Kozłowski Jan, asyst. A.M., Zakład Botaniki i Uprawy Roślin Leczniczych, Poznań, ul. Garncarska 10. *P.*
113. Krasnodębska-Soroczyńska Janina, mgr, Warszawa, ul. Nowowiejska 28 m. 93. *W.*
114. Krawiecowa Aniela, dr adiunkt U.P. Zakład Systematyki i Geografii Roślin, Poznań, ul. Grodziska 13. *P.*
115. Kropp Karol, inż., Kraków, ul. 29 Listopada 48. *K.*
116. Król Stanisław, mgr-inż., asyst. U.P., Zakład Botaniki Leśnej, Poznań, ul. Pilicka 3. *P.*
117. Krycki Wincenty, mgr, Warszawa, Al. 3-go Maja 5. *W.*
118. Krzywińska-Szulcowa Irena, stud. U.W., Warszawa, ul. Siedlecka 28 m. 11. *W.*
119. Kucharska J., mgr Łódź, ul. Próchnika 16 m. 5. *Ł.*
120. Kucowa Irena, mgr, Kraków, ul. Sławkowska 17. *K.*
121. Kudelka Janusz, mgr-inż. asyst. U. P. Zakład Botaniki Ogólnej Wydz. Rolniczego, Poznań, ul. Konińska 20. *P.*

122. K u l b a c k i L. Prof. inż. Łódź, ul. Piotrkowska 5 m. 3a. Ł.
123. L a s k o w s k a W a n d a, mgr, Warszawa-Muranów, Nowolipie 7 m. 35, blok 31. *W.*
124. L e c e w i c z W a n d a, Zakład Syst. i Geogr. Roślin, Lublin, ul. Głowackiego 2. *L.*
125. L e i b r a n d t ó w n a H a l i n a, Toruń, ul. Szymanowskiego 15. *T.*
126. L e s z c z a k ó w n a W a l e r i a, mgr asyst. Państw. Instyt. Nauk. Leczniczych Surowców Roślinnych, Poznań, ul. Kasprzaka 38. *P.*
127. L e ś n i a k A n n a, stud. U.W. Podkowa Leśna Wschodnia k/Warszawy, ul. Cicha 4. *W.*
128. L e w a n d o w s k i J e r z y, mł. asyst. U.M.K., Toruń, ul. Wyspiańskiego 32. *T.*
129. L i n M i e c z y s ł a w, Zakład Botaniki Ogólnej, Lublin, ul. Głowackiego 2. *L.*
130. L i s o w s k i S t a n i s ł a w, asyst. U.P., Zakład Botaniki Ogólnej Wydz. Rolniczego, Poznań, Al. Stalingradzka 26. *P.*
131. L u b e l s k a B a r b a r a, mgr, Kraków, ul. Chodkiewicza 7. *K.*
132. Ł ę g o s z D a n u t a, mgr asyst. Państw. Instyt. Nauk. Leczniczych Surowców Roślinnych, Poznań, ul. Krzyżowa 5. *P.*
133. Ł u k o j ć M a r i a, Zakład Botaniki Farmac. Lublin, ul. Głowackiego 2. *L.*
134. M a c a n d e r W a n d a, mgr, Warszawa, ul. Żórawia 43 m. 1. *W.*
135. M a c h e r ó w n a Z o f i a, mgr asyst. A. M., Zakład Botaniki i Uprawy Roślin Lekarskich, Poznań, ul. Kossaka 2. *P.*
136. M a c i e r e w i c z M a r i a, dr, Warszawa, ul. Chocimska 24. P.Z.H. *W.*
137. M a j e r a k o w i c z inż., Łódź, ul. Śląska 116. *Ł.*
138. M a j l e r t Z o f i a, Kraków, ul. św. Anny 6. *K.*
139. M a k a r e w i c z A l e k s a n d e r, naucz. Stud. Przyg. Szkół Wyż. Toruń, ul. Konopnickiej 23. *T.*
140. M a k o w s k a Z o f i a, mgr asyst. Zakładu Anat. i Cytologii Roślin U.W. Warszawa, Krakowskie Przedm. 26/28. *W.*
141. M a ł k i e w i c z I r e n a, stud. U.W. P-ta Brwinów, Kanie, ul. Leśna 4. *W.*
142. M a m c z a r J a d w i g a, mgr, Warszawa, Nowolipki 21 Blok 104 m. 3. *W.*
143. M a ń k a K a r o l, mgr inż. asyst. U.P. Zakład Chorób Roślin, Poznań, ul. Golęcińska 7. *P.*
144. M a r c i n o w s k a H a l i n a, mgr, Wrocław, ul. Pankiewicza 21. *W.*
145. M a r c z e k E d w a r d, mgr naucz. liceum, Zabrze, ul. ks. Pośpiecha 13 m. 3. *Wr.*
146. M a r e k S t a n i s ł a w, mgr asyst. Akademii Lekarskiej we Wrocławiu, Wrocław, ul. Na Szańcach 13 m. 8. *Wr.*
147. M a z a r a k i I r e n a, mgr, Chrzanów, ul. Sokoła 5. *K.*
148. M a z u r k i e w i c z Z y g m u n t, inż., Polanowice, p. Słomniki. *K.*
149. M a z u r k i e w i c z Z o f i a, inż. asyst. Zakładu Kwiaciarstwa S.G.G.W., Warszawa, ul. Rakowiecka 8. *W.*
150. M i c h a l s k a A l i n a, asyst. U. W., Warszawa, ul. Wiślana 2. *W.*

151. Micháluk Adam, mgr, Kraków, ul. Waryńskiego 3. *K.*
152. Mierzejewska Halina, mgr, Warszawa, ul. Dantyszka 10. **W.**
153. Micek Władysław, asyst. Uniw. Wrocławskiego, Wrocław, ul. Cybulskiego 30. *Wr.*
154. Mikołajczyk-Szymanowska Helena, mgr Piastów k/Warszawy, ul. Sowińskiego 2. *W.*
155. Mikulska E., mgr, Łódź, Al. Kościuszki 52 m. 7. *Ł.*
156. Młynarek Alojzy, mgr-inż. Nadleśniczy, Kórnik Wlkp. *P.*
157. Moderski Florian, asyst. A.M. Zakład Botaniki i Uprawy Roślin Lekarskich, Poznań, ul. Ogrodowa 16. *P.*
158. Molé Jadwiga, mgr, Kraków, ul. Wąsowicza 4. *K.*
159. Moskaluk Wiesława, asyst. Uniw. Wrocł., Wrocław, ul. Kniaziewicza 26 m. 13. *Wr.*
160. Nespiak Andrzej, mgr st. asyst. Uniw. Wrocł., Wrocław, ul. Cybulskiego 30. *Wr.*
161. Niemyski K., inż., Łódź, ul. Narutowicza 68. *Ł.*
162. Nowaczyk Czesław, mgr-inż. asyst. U.P. Zakład Botaniki Ogólnej Wydz. Rolniczego, Poznań, ul. Poznańska 58. *P.*
163. Nyklaszówna Albina, asyst. Fitopat. Stacji Biol. Stos. U.M.K. w Koniczyńcu. *T.*
164. Olechowska Krystyna, asyst. Akademii Lek., we Wrocławiu, Wrocław, ul. Sienkiewicza 98. *Wr.*
165. Olszewska M., mgr.-inż., Łódź, ul. Andrzeja Struga 7 m. 13. *Ł.*
166. Orłowska Krystyna stud. U.W., Warszawa, ul. Wiślana 2. *W.*
167. Orłowska Elżbieta, asyst. Uniw. Wrocł., Wrocław, ul. Sępa Sarzyńskiego 31 m. 3. *Wr.*
168. Ossowska Krystyna, stud. U.W., Piastów k/Warszawy, ul. Przytorze 6. *W.*
169. Ostaszewska Alina, asyst. Uniw. Wrocł., Wrocław, pl. Grunwaldzki 106 m. 136. *Wr.*
170. Ostaszewska Maria, mgr, Wieluń, ul. Świerczewskiego 15 m. 2. *W.*
171. Oszast Janina, mgr, Kraków, ul. Grabowskiego boczna 16 m. 8. *K.*
172. Pachlewski Roman, inż. adiunkt Uniw. Wrocł., Wrocław, ul. Łowicka 6. *Wr.*
173. Pacowski Ryszard, mgr, Warszawa, ul. Rakowiecka 4. Instytut Geologiczny. *W.*
174. Paduszyńska Zofia, stud. Uniw. Wrocł., Wrocław, ul. Dembowskiego 50 m. 3. *Wr.*
175. Panek Danuta, stud. Uniw. Wrocł., Wrocław, ul. Karłowicza 42. *Wr.*
176. Peksza H., Łódź, ul. Wólczańska 117 m. 33. *Ł.*
177. Piechocka Danuta, stud. U.W. Warszawa, Targówek, ul. Kuflewska 3 m. 15. *W.*
178. Piechowiak Kazimierz, mgr-inż. asyst. U.P. Zakład Szczegółowej Uprawy Roślin, Jasin, poczta Swarzędz. *P.*

179. Piechowska Maria, mgr, Warszawa, ul. Wyzwolenia 11 m. 6. *W.*
180. Pietraszkiewicz Helena, stud. U.W. Warszawa, ul. Towiańskiego 8 m. 1. *W.*
181. Piestrakiewicz-Czaplińska Stanisława, mgr, st. asyst. Uniw. Wrocł., Wrocław, ul. Walecznych 21 m. 9. *Wr.*
182. Piotrowicz Maria, mgr, Kraków, ul. św. Jana 20. *K.*
183. Piotrowska Hanna, mgr, adiunkt U.P. Ogród Botaniczny, Poznań, ul. Czechosłowacka 32. *P.*
184. Płaskoniówna Maria, zast. asyst. Toruń, ul. Kochanowskiego 3. *T.*
185. Podbielkowski Zbigniew, mgr st. asyst. Zakład Syst. i Geogr. Roślin U.W., Warszawa, Al. Ujazdowskie 4. (ul. Podskarbińska 5 m. 114). *W.*
186. Pogorzelska Irena, stud. U.W., Warszawa, ul. Targowa 33 m. 2. *W.*
187. Polityńska Emma, stud. U.W. Warszawa, ul. Ratuszowa 19
188. Popławska-Markowska Leokadia, mgr, Warszawa, ul. Narbutta 20 m. 16. *W.*
189. Potopczykowa W., mgr, Łódź, ul. Zachodnia 52 m. 3. *Ł.*
190. Przełęcka A., mgr, Łódź, ul. Wierzbowa 40 m 83. *Ł.*
191. Przybylski Tadeusz, asyst. U.P., Zakład Botaniki Ogólnej Wydziału Rolniczego, Poznań, ul. św. Marcina 32. *P.*
192. Przyjaciel Jadwiga, Zakład Botaniki Ogólnej, Lublin, ul. Głowackiego 2. *L.*
193. Pulikowska Krystyna, mgr, Warszawa, ul. Żytnia 3 m. 9. *W.*
194. Raczyńska Konstancja, mgr-inż., Warszawa, ul. Łączności 8. Instyt. Chem. *W.*
195. Rafalska Halina, mgr adiunkt A.M. Zakład Botaniki Ogólnej i Uprawy Roślin Lekarskich, Poznań, ul. Mazowiecka 41. *P.*
196. Rauch Jadwiga, Lublin, ul. Głęboka 8. *L.*
197. Roeperówna Hildegarda, stud., Grudziądz, ul. Czerwonodworna 19. *T.*
198. Rodkiewicz B. mgr.-inż. Łódź, ul. Nowotki 18. *Ł.*
199. Rogalska Maria, mgr, Warszawa, ul. Rakowiecka 4. P.I.G. *W.*
200. Roguski Ryszard, stud. U.W. Warszawa-Praga, ul. Nobla 16 m. 2. *W.*
201. Romanowicz Irena, stud., U.W., Warszawa, ul. Wiślana 2. *W.*
202. Różycka-Świątkowska Krystyna, mgr, Warszawa, ul. Idzikowskiego 4 m. 11. *W.*
203. Rutkowska Jadwiga, stud. Uniw. Wrocł., Wrocław, ul. Dworcowa 8 m. 6. *Wr.*
204. Satczek Katarzyna, Kraków, ul. Sebastiana 32. *K.*
205. Schmidt Helena, stud., Toruń, ul. Mickiewicza 49. *T.*
206. Seweryńska-Kosewska Lidia, mgr, Bobrek Bytomski, ul. Tarnogórska 106. *W.*

207. Sibilski Jan, asyst. Uniw. Wrocł., Wrocław, ul. Szanieckiego 28 m. 1. *Wr.*
208. Siemaszkówna Barbara, stud. U. W., Warszawa, ul. Madalińskiego 101. *W.*
209. Skwarówna Jadwiga, mgr, Kraków, ul. Czysta 19 m. 4. *K.*
210. Słabęcka Alicja, mgr, asyst. U.P. Zakład Botaniki Ogólnej Wydz. Mat.-Przyr., Poznań, ul. Grodziska 13. *P.*
211. Smarzyńska Wanda, mgr, Poznań, Apteka przy Parku Wilsona. P.
212. Smółko Eliasz, inż. asyst. Zakładu Fitopatologii S.G.G.W., Warszawa, ul. Rakowiecka 8. *W.*
213. Snaglewska Jadwiga, mgr, Warszawa, ul. Tatrzańska 9 m. 4. *W.*
214. Stabrowska Jadwiga, mgr asyst. Uniw. Wrocł., Wrocław, ul. Damrota 27 m. 5. *Wr.*
215. Stachurska Anna, mgr, st. asyst. Uniw. Wrocł., Wrocław, pl. Żuławskiego 17 m. 4. *Wr.*
216. Staffa Karol, inż., Kraków, ul. Sienna 14. *K.*
217. Starzecki Włodzimierz, Kraków, ul. Sebastiana 20 m. 5. *K.*
218. Stecki Zbigniew, asyst. U. P. Zakład Botaniki Leśnej, Poznań, św. Marcin 32. *P.*
219. Stolzmannowa Helena, mgr, Poznań, ul. Słowackiego 29. *P.*
220. Strasburger Maria, mgr, Warszawa, ul. Kryniczna 11 m. 2. *W.*
221. Stryła Stanisław, dr, prof. U.P. Zakład Inżynierii Leśnej, Poznań, ul. Mazowiecka 41. *P.*
222. Suchorowska Jadwiga, Zakład Systematyki i Geografii Roślin, Lublin, ul. Głowackiego 2. *L.*
223. Supniewska Jadwiga, mgr, Kraków, Al. Słowackiego 15. *K.*
224. Świeżyński Kazimierz, inż. asyst. S.G.G.W. Majątek Żelazna, p-ta Skierniewice. *W.*
225. Szklarczyk Cecylia, Kraków, ul. Dojazdowa 5. *K.*
226. Szmalowa Zofia, dr asyst. Państw. Instyt. Nauk. Leczniczych Surowców Roślinnych, Poznań, ul. Orzeszkowej 4. *P.*
227. Sznajder Elżbieta, mgr st. asyst. Zakładu Syst. i Geogr. Roślin U.W. Warszawa, Al. Ujazdowskie 4. (ul. Krzyckiego 11 m. 40). *W.*
228. Szweminówna Krystyna, mgr, Poznań, ul. Graniczna 1. *P.*
229. Szweykowski Jerzy, dr asyst. U.P. Zakład. Syst. i Geogr. Roślin, Poznań, ul. Libelta 14. *P.*
230. Szymanowski Tadeusz, Piastów k/Warszawy, ul. Sowińskiego 2. W.
231. Szymański Bogdan-Janusz, Warszawa. *W.*
232. Szymczakowski Wacław, inż. Kraków, ul. Ariańska 1. *K.*
233. Tarkowska Jadwiga, stud. U.W. asyst. Zakładu Anat. i Cyt. Roślin U.W. Warszawa, Krakowskie Przedmieście 26/28 (ul. Chonowska 7 m. 6.) *W.*

234. Teleżyńska Jadwiga, inż. adiunkt Uniw. Wrocł., Wrocław, ul. Szczytnicka 28, m. 2. *Wr.*
235. Tobolewski Zygmunt, mgr asyst. U.P. Zakład Syst. i Geogr. Roślin, Poznań, ul. Roosevelta 22. *P.*
236. Tomaszewska-Kronenberg Wiesława, mgr, Warszawa, Al. Jerozolimskie 51 m. 20. *W.*
237. Traczyk Tadeusz, Zakład Botaniki Farm. Lublin, ul. Głowackiego 2. *L.*
238. Turowska Maria, mgr adiunkt Państw. Instyt. Nauk. Leczniczych Surowców Roślinnych, Plewiska pod Poznaniem. *P.*
239. Tync Władysław, inż., Kraków, Plac Nowy 8. *K.*
240. Urbanowicz Halina, inż., Skierniewice. *W.*
241. Wasilewska Dygna, mgr asyst. Zakładu Syst. i Geogr. Roślin U.W., Warszawa, Al. Ujazdowskie 4. (ul. Racławicka 118 m. 2). *W.*
242. Ważny Jerzy, inż., Instyt. Tech. Budowl. Warszawa, ul. Rakowiecka 8. *W.*
243. Weis Jerzy, asyst. Uniw. Wrocł., Wrocław, pl. Żuławskiego 17 m. 3. *Wr.*
244. WielICzkowa Ludmiła, dr adiunkt A.M. Zakład Botaniki Ogólnej i Uprawy Roślin Lekarskich, Poznań, ul. Traugutta 19. *P.*
246. Wimborówna Ludwika, stud., Toruń, ul. Koszarowa 13 m. 3. *T.*
246. Wilska Zofia, mgr, Warszawa, Al. Niepodległości 214 m. 2. *W.* U.W. Warszawa, Krakowskie Przedmieście 26/28. *W.*
248. Wiśniewska-Stankiewicz Janina, mgr adiunkt Zakładu Sadownictwa S.G.G.W., Skierniewice. *W.*
249. Wiśniewska Zofia, mgr, Warszawa, ul. Nowolipie 27 m. 26. *W.*
250. Wiśniewski Ludwik, mgr asyst. A.M. Zakład Botaniki Ogólnej i Uprawy Rośiln Lekarskich. Poznań. P.
251. Witkowski Jan, mgr inż., asyst. U.P. Zakład Botaniki Ogólnej Wydz. Rolniczego, Poznań, ul. Prądzyńskiego 13. *P.*
252. Wojciechowska Barbara, asyst. Akad. Lek. we Wrocławiu, Wrocław, pl. Nankera 1. *Wr.*
253. Wojterski Teofil, asyst. U.P. Zakład Syst. i Geogr. Roślin, Poznań, Wierzbiecice 13. *P.*
254. Wolniewicz Katarzyna, asyst. Uniw. Wrocł., Wrocław, ul. Pułaskiego 20 m. 11. *Wr.*
255. Wójcik Zdzisława, mgr, Warszawa, ul. Szarotki 5 m. 4. *W.*
256. Zakrzewski Leopold, stud. U.M.K. Toruń, Dom Akademicki Nr 2. *T.*
257. Zaleska Józefa, mgr inż., Warszawa, ul. Polna 38 m. 15. *W.*
258. Zalewska Wanda, mgr, Skolimów k/Warszawy, ul. Graniczna 31. *W.*
259. Załęska-Niewiarowska Janina inż. asyst. Zakładu Fizjologii Roślin U. W., Warszawa, Krakowskie Przedmieście 26/28. *W.*
260. Zamojska Maria mgr asyst. S.G.G.W., Skierniewice, Osada Pałacowa. *W.*
261. Zawadzka Zofia, mgr, Warszawa, ul. Mokotowska 61 m. 12. *W.*

262. Z b o r o w s k a J ó z e f a, mgr, Zakł. Syst. i Geogr. Roślin U.W., Warszawa, Al. Ujazdowskie 4. *W.*
263. Z e g a r s k a H e l e n a, stud. U.W., Warszawa, ul. Szwoleżerów 4 m. 110 a. *W.*
264. Z i e l i ń s k a R., dr, Łódź, ul. Lindleya 3. *Ł.*
265. Z i e m i a ń s k a M a r i a, asyst. Uniw. Wrocł., Wrocław, ul. Pankiewicza 26. *Wr.*
266. Ż b i k o w s k a K r y s t y n a, stud. U. W. Warszawa, ul. Zachariasza 5 m. 18. *W.*
267. Ż y c z y ń s k a I r e n a, Zakład Syst. i Geogr. Roślin, Lublin, ul. Głowackiego 2. *L.*

UWAGI DLA AUTORÓW

Redakcja przyjmuje tylko pierwsze maszynopisy (a nie kopie). Objętość nadesłanych maszynopisów nie powinna w zasadzie przekraczać 1 arkusza druku; umieszczanie większych prac wymaga poprzedniego omówienia z redaktorem. Materiał ilustracyjny w postaci rysunków w tekście lub tablic umieszczanych poza tekstem należy ograniczyć do niezbędnego minimum. Rysunki muszą być dokładnie oznaczone lecz nie numerowane na samej ilustracji. Poszczególne rysunki w tablicach winny być oznaczane raczej literami niż cyframi. Podpisy do rysunków i tablic powinny być napisane na maszynie oddzielnie a nie razem z rysunkami, gdyż gdzie indziej robione są klisze, a gdzie indziej składane są objaśnienia do nich. Materiał tabelaryczny nie może zajmować więcej niż $1/4$ całego tekstu.

Prace przyjmowane są w języku polskim, francuskim angielskim i niemieckim z tym, iż prace w języku polskim muszą posiadać tytuł obcojęzyczny oraz streszczenie i ewentualnie objaśnienia rysunków i tablic w tym samym języku. W każdym maszynopisie winno być na końcu umieszczone streszczenie ważniejszych wyników pracy. Wszystkie cytaty z literatury w tekście winny zawierać nazwisko autora oraz pierwsze litery imion wraz z datą publikacji. Spis literatury cytowanej w tekście winien być umieszczony na końcu pracy pt. „Cytowana literatura“, w którym umieszczeni są autorowie alfabetycznie, a prace danego autora chronologicznie. Po nazwisku i pierwszych literach imion autora winna znajdować się data publikacji, następnie tytuł (który może być opuszczony), dalej skrót nazwy czasopisma według reguł przyjętych w „World list of scientific peridicals“ Oxford University Press 1925, następnie należy podać numer tomu tłustym drukiem i pierwszą i ostatnią liczbę stronic oznaczone literami arabskimi. W wypadku wydawnictwa książkowego a nie periodycznego należy podać liczbę stronic, miejsce i datę publikacji oraz nazwisko wydawcy. Np.:

B r i d g e s, C. B., 1938. A revised map of the salivary gland X chromosome. Journ. Hered. **29**: 11—13.

H o b g e n, L., 1933. Nature and Nature. 144 pp. New York; W. W. Norton and Co. Inc.

Odnośniki w tekście powinny być w miarę możliwości unikane (zwykle mogą być umieszczone w tekście w nawiasach w miejscu do którego się odnoszą). O ile są konieczne, powinny być oznaczone kolejnymi cyframi arabskimi konsekwentnie w cały tekście, odnośniki zaś do tablic winny być oznaczone gwiazdkami, krzyżykami itp., aby nie myliły się z cyframi w tablicach.

Korekty w ilości dwóch będą wysyłane autorom; w tym celu należy wraz z maszynopisem podać dokładny adres i podawać następnie ewentualne zmiany adresu. Korekty muszą być zwracane szybko bez większych zmian w tekście. Acta Soc. Bot. Pol. dają autorom 100 bezpłatnych odbitek bez okładek, koszt dalszych odbitek i okładek ponoszą autorowie według cen rzeczywistych kosztów. Ilość żądanych odbitek wraz z podaniem czy mają być z okładkami należy podać przy II korekcie. Rękopisy należy przesyłać do redaktorów: prof. K. Bassalika (Warszawa, Krakowskie Przedmieście 26/28) lub doc. W. Gajewskiego (Warszawa, Al. Ujazdowskie 4), wszelką zaś korespondencję w sprawach wydawniczych do Redakcji (Warszawa, Al. Ujazdowskie 4).

Adres Redakcji: Warszawa: Al. Ujazdowskie 4.
Adresse de la Rédaction: Varsovie (Pologne): Al. Ujazdowskie 4.

Nakład 1000 egz. Papier dziełowy ilustracyjny kl. V g 70 format B_1.
Obj. 18 $^1/_3$ ark. Zam. nr 190 z dn. 10.V.51 druk uk. dn. 1.III.52. 3-B-11370

Warszawska Drukarnia Naukowa, Warszawa, ul. Śniadeckich nr 8.